

**Universidade Federal da Paraíba**

Departamento de Estatística

Curso de Bacharelado em Estatística

**ANÁLISE DA MORTALIDADE POR ACIDENTES DE  
TRANSPORTE TERRESTRE E AGRESSÕES NO  
SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

Monografia

por

Luiz Eduardo Pedro da Silva

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Everlane Suane de Araújo da Silva

João Pessoa, Março / 2020

Luiz Eduardo Pedro da Silva

**ANÁLISE DA MORTALIDADE POR ACIDENTES DE TRANSPORTE  
TERRESTRE E AGRESSÕES NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Estatística, como requisito parcial para a obtenção do Título de Bacharel em Estatística, Centro de Ciências Exatas e da Natureza da Universidade Federal da Paraíba.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Everlane Suane de Araújo da Silva

João Pessoa

2020

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

S586a Silva, Luiz Eduardo Pedro da.

Análise da Mortalidade por Acidentes de Transporte  
Terrestre e Agressões no Semiárido Brasileiro / Luiz  
Eduardo Pedro da Silva. - João Pessoa, 2020.  
107 f.

Orientação: Everlane Suane de Araújo da Silva.  
Monografia (Graduação) - UFPB/CCEN.

1. Mortalidade. 2. Semiárido brasileiro. 3. Tábuas de  
vida. 4. Acidentes de transporte terrestre. 5.  
Agressões. I. Silva, Everlane Suane de Araújo da. II.  
Título.

UFPB/CCEN

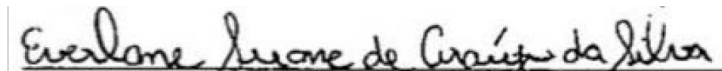
Luiz Eduardo Pedro da Silva

**ANÁLISE DA MORTALIDADE POR ACIDENTES DE TRANSPORTE  
TERRESTRE E AGRESSÕES NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

Monografia apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Estatística, ao Curso de Bacharelado em Estatística da Universidade Federal da Paraíba. Área de concentração: Demografia.

Aprovado em: 26 de março de 2020

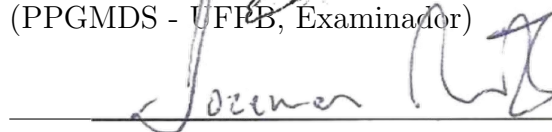
Banca Examinadora:



Profa. Dra. Everlane Suane de Araújo da Silva  
(DE - UFPB, Orientadora)



Prof. Dr. Neir Antunes Paes  
(PPGMDS - UFPB, Examinador)



Prof. Dr. Jozemar Pereira dos Santos  
(DE - UFPB, Examinador)

Paraíba

2020

## Agradecimentos

*Gostaria de agradecer a todos vocês que me ajudaram durante esta jornada, especialmente para:*

*O criador de tudo, por toda força, saúde, segurança e pela oportunidade de alcançar mais uma meta.*

*Minha família, por ser minha fortaleza e razão pela qual caminhei até aqui.*

*Mim mesmo, por tomar as decisões corretas na maioria das vezes, buscar sempre me aprimorar, não duvidar uma única vez da minha capacidade de alcançar aquilo que almejo e por nunca perder o equilíbrio e tranquilidade.*

*Todos os professores que fizeram parte na minha formação ao longo do curso, em especial a minha orientadora Everlane Suane.*

*Finalmente, eu gostaria de agradecer aos amigos de jornada nas iniciais: **M.A, N.S, J.P, J.N, M.N, M.P, M.B, K.H, K.A, M.R, E.E, L.F, J.A.***

*Read it out and...*

*Convença-te a ti mesmo e  
depois convencerá os outros.*

Plínio Salgado

## RESUMO

Este estudo teve como objetivo analisar a mortalidade por Acidentes de Transporte Terrestre e Agressões no Semiárido brasileiro no ano de 2015. Sabendo que os homens são os mais afetados pelas causas externas de óbito, buscou-se verificar através de modelos de Tábuas de Vida, a dimensão do prejuízo exercido pelas causas de mortalidade consideradas, sobre os resultados de expectativa de vida, que ao nascer foi de 68,01 anos para os homens e 75,17 anos para as mulheres. Com auxílio do indicador de Anos Potenciais de Vida Perdidos, verificou-se a amplitude da quantidade de anos de vida perdidos por situação de morte prematura por ambas as causas, onde no total, os homens perderam 499.672 anos e as mulheres 75.677, comparando também possíveis similaridades entre os Semiáridos dos estados. E com o objetivo de classificar as microrregiões do Semiárido brasileiro com relação aos padrões de mortalidade dos Semiáridos de seus estados, foram propostos classificadores binários para os Acidentes de Transporte Terrestre e Agressões com base no modelo logístico, generalizando-os para dados novos através da validação cruzada K-fold, onde os valores de acurácia e F1-score para o modelo de ATT atingiram média de 0,80 e 0,85 no conjunto de teste, respectivamente. Já para o modelo de Agressões, a média de acurácia e F1-score no conjunto de teste foi de 0,78 para ambas as medidas.

**Palavras-chave:** Mortalidade; Semiárido brasileiro; Tábuas de Vida, Acidentes de Transporte Terrestre; Agressões.

## ABSTRACT

This study aimed to analyze the mortality from Land Transport Accidents and Aggressions in the Brazilian Semiarid region in 2015. Knowing that men are the most affected by external causes of death, it was sought to verify through life table models, the extent of the damage caused by the causes of mortality considered on the life expectancy results, which at birth was 68.01 years for men and 75.17 years for women. With the aid of the Potential Years of Life Lost indicator, the range of years of life lost due to premature death from both causes was verified, where in sum, men lost 499,672 years and women 75,677, also comparing possible similarities among the semiarid regions of the states. And in order to classify the micro-regions of the Brazilian Semiarid region in relation to the mortality patterns of the semiarid regions of their states, binary classifiers have been proposed for Land Transport Accidents and Aggressions based on the logistical model, generalizing them to new data through the K-fold cross-validation, where the accuracy and F1-score values for the LTA model reached means of 0.80 and 0.85 in the test set, respectively. For the Aggression model, the mean value of accuracy and F1-score in the test set was 0.78 for both measures.

**Keywords:** Mortality; brazilian Semi-arid; Life Tables; Land Transport Accidents; Aggressions.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Delimitação Geográfica do Semiárido Brasileiro .....	19
Figura 2	Diagrama de proposição do modelo de classificação logístico para dados de Acidentes de Transporte Terrestre do Semiárido brasileiro .....	45
Figura 3	Diagrama de proposição do modelo de classificação logístico para dados de Agressões do Semiárido brasileiro .....	46
Figura 4	Curvas de Mortalidade Proporcional dos residentes do sexo masculino do Semiárido brasileiro por Acidentes de Transporte Terrestre e Agressões, considerando faixas etárias - 2015 .....	51
Figura 5	Curvas de Mortalidade Proporcional dos residentes do sexo feminino do Semiárido brasileiro por Acidentes de Transporte Terrestre e Agressões, considerando faixas etárias - 2015 .....	52
Figura 6	Taxas de Mortalidade por Acidentes de Transporte Terrestre dos residentes do Semiárido brasileiro - 2015 .....	54
Figura 7	Taxas de Mortalidade por Agressões dos residentes do Semiárido brasileiro - 2015.....	56
Figura 8	Comparativo das expectativas de vida masculina, feminina e geral do Semiárido brasileiro - 2015 .....	60
Figura 9	Medianas das amostras etárias de Anos Potenciais de Vida Perdidos por Acidentes de Transporte Terrestre pelos residentes do Semiárido brasileiro - 2015.....	83
Figura 10	Medianas das amostras etárias de Anos Potenciais de Vida Perdidos por Agressões pelos residentes do Semiárido brasileiro - 2015 .....	83
Figura 11	Curva ROC para escolha do ponto de corte a ser utilizado no modelo logístico de classificação considerando os Acidentes de Transporte Terrestre	85
Figura 12	Curva ROC para escolha do ponto de corte a ser utilizado no modelo logístico de classificação considerando as Agressões .....	89

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Fatores de correção dos óbitos e suas margens de erro para a construção de tábuas de vida, Semiárido brasileiro, 2010 .....	36
Tabela 2	Fatores de correção dos óbitos para a construção das tábuas de vida do Semiárido brasileiro, 2015 .....	37
Tabela 3	Distribuição da Mortalidade Proporcional por Acidentes de Transporte Terrestre e Agressões dos residentes do Semiárido brasileiro considerando sexo e faixa etária - 2015 .....	50
Tabela 4	Taxas de Mortalidade por Acidentes de Transporte Terrestre da população residente do Semiárido brasileiro - 2015, por estado e sexo .....	53
Tabela 5	Taxas de Mortalidade por Agressões da população residente do Semiárido brasileiro - 2015, por estado e sexo .....	55
Tabela 6	Tábua de Vida da população masculina residente do Semiárido brasileiro - 2015 .....	58
Tabela 7	Tábua de Vida da população feminina residente do Semiárido brasileiro - 2015 .....	59
Tabela 8	Tábua de vida de múltiplo decremento, com a eliminação parcial de 50% dos óbitos por Acidentes de Transporte Terrestre para os residentes do sexo masculino do Semiárido brasileiro - 2015 .....	61
Tabela 9	Tábua de vida de Múltiplo Decremento, com a eliminação parcial de 50% dos óbitos por Acidentes de Transporte Terrestre para os residentes do sexo feminino do Semiárido brasileiro - 2015 .....	62
Tabela 10	Tábua de Vida de Múltiplo Decremento, com a eliminação dos óbitos por Acidentes de Transporte Terrestre para os residentes do sexo masculino do Semiárido brasileiro - 2015 .....	63

Tabela 11	Tábua de Vida de Múltiplo Decremento, com a eliminação dos óbitos por Acidentes de Transporte Terrestre para os residentes do sexo feminino do Semiárido brasileiro - 2015.....	64
Tabela 12	Comparação entre as expectativas de vida real ( $e_x$ ) e hipotética ( $e'_x$ ) dos residentes do Semiárido brasileiro ao eliminar parcialmente, 50% dos óbitos por Acidentes de Transporte Terrestre, para as faixas etárias economicamente mais relevantes - 2015 .....	65
Tabela 13	Comparação entre as expectativas de vida real ( $e_x$ ) e hipotética ( $e'_x$ ) dos residentes do Semiárido brasileiro ao eliminar os óbitos por Acidentes de Transporte Terrestre, para as faixas etárias economicamente mais relevantes - 2015.....	66
Tabela 14	Comparação dos ganhos relativos percentuais nas expectativas de vida dos residentes do Semiárido brasileiro ao eliminar parcialmente 50%, 75% e todos os óbitos por Acidentes de Transporte Terrestre, para as faixas etárias economicamente mais relevantes - 2015 .....	67
Tabela 15	Redução nas probabilidades líquidas de morte em contraste com as reais dos residentes do Semiárido brasileiro ao eliminar os óbitos por Acidentes de Transporte Terrestre, para as faixas etárias economicamente mais relevantes - 2015.....	68
Tabela 16	Tábua de vida de Múltiplo Decremento, com a eliminação parcial de 50% dos óbitos por Agressões para os residentes do sexo masculino do Semiárido brasileiro - 2015 .....	69
Tabela 17	Tábua de vida de múltiplo decremento, com a eliminação parcial de 50% dos óbitos por Agressões para os residentes do sexo feminino do Semiárido brasileiro - 2015 .....	70
Tabela 18	Tábua de vida de múltiplo decremento, com a eliminação dos óbitos por Agressões para os residentes do sexo masculino do Semiárido brasileiro - 2015 .....	71
Tabela 19	Tábua de vida de múltiplo decremento, com a eliminação dos óbitos por Agressões para os residentes do sexo feminino do Semiárido brasileiro - 2015 .....	72

Tabela 20	Comparação entre as expectativas de vida reais ( $e_x$ ) e hipotéticas ( $e'_x$ ) dos residentes do Semiárido brasileiro ao eliminar parcialmente 50% óbitos por Agressões, para as faixas etárias economicamente mais relevantes - 2015 .....	73
Tabela 21	Comparação entre as expectativas de vida reais ( $e_x$ ) e hipotéticas ( $e'_x$ ) dos residentes do Semiárido brasileiro ao eliminar os óbitos por Agressões, para as faixas etárias economicamente mais relevantes - 2015 .....	74
Tabela 22	Comparação dos ganhos relativos percentuais nas expectativas de vida dos residentes do Semiárido brasileiro ao eliminar parcialmente 50%, 75% e todos os óbitos por Acidentes de Transporte Terrestre, para as faixas etárias economicamente mais importantes - 2015 .....	75
Tabela 23	Redução nas probabilidades líquidas de morte em contraste com as reais dos residentes do Semiárido brasileiro ao eliminar os óbitos por Agressões, para as faixas etárias economicamente relevantes - 2015 .....	76
Tabela 24	Anos Potenciais de Vida Perdidos por Acidentes de Transporte Terrestre da população residente do Semiárido brasileiro - 2015 .....	79
Tabela 25	Anos Potenciais de Vida Perdidos por Agressões da população residente do Semiárido brasileiro - 2015 .....	80
Tabela 26	P-valores do Teste de Wilcoxon para comparação da distribuição entre as faixas etárias dos Anos Potenciais de Vida Perdidos por Acidentes de Transporte Terrestre dos residentes do Semiárido brasileiro - 2015 .....	81
Tabela 27	P-valores do Teste de Wilcoxon para comparação da distribuição entre as faixas etárias dos APVP por Agressões dos residentes do Semiárido brasileiro - 2015 .....	81
Tabela 28	Acurácia do modelo logístico de classificação para Acidentes de Transporte Terrestre em processo de Validação Cruzada aplicada sobre os conjuntos de treinamento e teste.....	86
Tabela 29	F1-score do modelo logístico de classificação para Acidentes de Transporte Terrestre em processo de Validação Cruzada aplicada sobre os conjuntos de treinamento e teste.....	87
Tabela 30	Acurácia do modelo logístico de classificação para Agressões em processo de Validação Cruzada aplicada sobre os conjuntos de treinamento e teste .....	90

Tabela 31 F1-score do modelo logístico de classificação para Agressões em processo de Validação Cruzada aplicada sobre o conjunto de treinamento.....	91
--	----

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b>	15
1.1	Problematização e Justificativa	15
1.2	Objetivos	17
2	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b>	18
2.1	Cenário Espacial e Demográfico do Semiárido Brasileiro	18
2.2	Transição Epidemiológica	20
2.2.1	Causas Evitáveis de Morte	21
2.3	Transição Demográfica	23
2.4	Sistemas de Informações em Saúde	24
2.5	Tábuas de Vida	25
2.6	Anos Potenciais de Vida Perdidos	27
3	<b>METODOLOGIA</b>	29
3.1	Fonte dos Dados	29
3.2	Qualidade e Construção da Base de Dados	29
3.2.1	Cobertura dos Óbitos	29
3.2.1.1	Equação do Balanço de Crescimento de Brass	30
3.2.2	Óbitos por Causas Mal Definidas e Método de Ledermann	32
3.3	Indicadores de Mortalidade	34
3.3.1	Mortalidade Proporcional	34
3.3.2	Taxa Bruta de Mortalidade	34
3.3.3	Taxa Bruta de Mortalidade Padronizada	35
3.4	Tábua de Vida	35
3.4.1	Tábua de Vida de Múltiplo Decremento	39
3.5	Anos Potenciais de Vida Perdidos	40
3.5.1	Teste de Hipóteses de Wilcoxon Para Amostras Pareadas	41

3.6	Modelos de Classificação .....	42
3.6.1	Variáveis Utilizadas .....	42
3.6.2	Classificadores Binários .....	43
3.6.2.1	Curva ROC .....	44
3.6.2.2	Modelo Logístico .....	44
3.6.2.3	Validação Cruzada K-fold .....	48
4	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	49
4.1	Cenário Geral da Mortalidade .....	49
4.1.1	Mortalidade Proporcional .....	49
4.1.2	Taxas de Mortalidade.....	52
4.1.2.1	Acidentes de Transporte Terrestre .....	52
4.1.2.2	Agressões .....	55
4.2	Tábuas de Vida .....	57
4.2.1	Tábuas de Vida de Múltiplo Decremento .....	61
4.2.1.1	Eliminação de Causa - Acidentes de Transporte Terrestre .....	61
4.2.2	Eliminação de Causa - Agressões .....	69
4.3	Anos Potenciais de Vida Perdidos .....	78
4.3.0.1	Testes de Hipótese de Wilcoxon Para Amostras Pareadas .....	80
4.4	Classificador Binário - Regressão Logística .....	84
4.4.1	Acidentes de Transporte Terrestre .....	84
4.4.2	Agressões .....	89
5	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	93
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	96

# 1 INTRODUÇÃO

Ao passar dos anos, as sociedades e suas estruturas sofrem transformações que influenciam diretamente no padrão de vida de suas populações. Mesmo com mudanças e avanços ocorrendo em diversos setores sociais em todo o mundo, alguns agentes nocivos se apresentam como grandes obstáculos para que maiores avanços venham a ocorrer.

Os Acidentes de Transporte Terrestre (ATT) e as Agressões, são dois dos principais fatores de óbito dentro do grupo das Causas Externas, considerando a décima Classificação Estatística e Internacional de Doenças e Problemas Relacionados com a Saúde (CID-10). No Brasil, só os acidentes no trânsito contabilizaram cerca de 35 mil em 2016. Já as agressões foram responsáveis por cerca de 65 mil dos óbitos do Brasil em 2017 (Ministério da Saúde, 2017; IPEA, 2017).

## 1.1 Problemática e Justificativa

Oliveira (2008) ressaltou que por se tratar de um fenômeno social complexo, existe uma grande dificuldade de compreender e teorizar sobre as consequências individuais e coletivas da violência, tornando árdua a tarefa de formulação de conhecimento sobre esse fator.

A associação do crime violento com os cenários sociais e até biológicos se tornou alvo de estudos mais aprofundados há mais de um século, obtendo destaque com a obra *L'Uomo Delinquente* (LOMBROSO, 1875). Guiando-se por essa eventual associação, e baseados no trabalho de Gould, Mustard e Weinberg (2000), Cerqueira e Moura (2016) verificaram utilizando modelagem econométrica, que o número de oportunidades de emprego tem efeito significativo sobre os índices de criminalidade no Brasil, atingindo principalmente os subgrupos de jovens do sexo masculino. Com base nisso, é possível especular que regiões como o Semiárido brasileiro apresentem maiores indicadores de homicídios.



Por constituir-se em maioria de estados da região Nordeste, o Semiárido brasileiro herda todos os problemas econômicos e sociais da mesma. Caldas e Sampaio (2015) investigaram os fatores que caracterizam a pobreza nas regiões do Brasil, e verificaram que em 2009, cerca de 2,43% das famílias do Nordeste não tinham acesso a energia elétrica, 17,16% não contavam com água encanada e 9,78% não tinham acesso a banheiros. Já os dados divulgados na Síntese de Indicadores Sociais (SIS) do IBGE (2019), mostraram que das 13,5 milhões de pessoas em situação de extrema pobreza no Brasil em 2018, cerca de 47% estavam na região Nordeste.

Em um estudo com dados de 2000 a 2010, Moraes Neto (2012) verificou que todos os estados que possuem municípios na região do Semiárido aumentaram suas taxas de mortalidade por ATT. Comparando os anos de início e fim da década, a média de aumento nas taxas de ATT dos estados do Semiárido foi de 7,49 mortes por 100 mil habitantes, com o Piauí dobrando sua taxa nesse período.

Para o ano de 2013, segundo dados do SIM (Sistema de Informações sobre Mortalidade) e do SIH (Sistema de Informações Hospitalares), 42.266 pessoas vieram a óbito e 170 mil foram internadas no SUS em decorrência dos ATT, sendo que 29% das vítimas fatais eram usuárias de motocicletas, 24% eram usuárias de automóveis e 19% pedestres. Considerando os estados que apresentaram um aumento significativo no número de veículos automotores, o contexto da mortalidade foi mais grave, como no caso dos estados do Nordeste (IPEA, 2016).

Ladeira et al.(2017) estimaram que no Brasil, cerca de 52.326 pessoas vieram a óbito por acidentes de transporte terrestre em 2015, sendo Tocantins e Piauí os estados com maiores riscos de mortalidade para aquele ano, com 41,7 e 33,1 por 100 mil, respectivamente.

Sendo o estudo das causas de morte extremamente significativo, as Agressões e ATT estão entre os fatores considerados evitáveis, ou seja, teoricamente existe a possibilidade de eliminá-los do contexto social, e assim otimizar indicadores de saúde e de qualidade de vida. Entretanto, no contexto prático, ações individuais e coletivas (governamentais ou não) entregam apenas reduções nos índices derivados dessas causas, sendo praticamente impossível extingui-las, até mesmo em contextos econômicos e geográficos de maior desenvolvimento.

Com base nisso, investigar o quanto essas causas de morte influenciam no bem-estar social e na longevidade da população da região semiárida brasileira, pode indicar caminhos e possíveis medidas a serem discutidas e implementadas, visando melhorar a qualidade de vida em âmbito regional, o que consequentemente teria impacto positivo em escala nacional.

Buscando responder alguns questionamentos, formularam-se os objetivos a seguir.

## **1.2 Objetivos**

### **Geral**

Analisar a mortalidade por Acidentes de Transporte Terrestre e Agressões no Semiárido brasileiro no ano de 2015.

### **Específicos**

- Verificar a qualidade dos dados de óbitos e corrigi-los para a utilização de métodos estatísticos e demográficos;
- Construir e comparar os indicadores de mortalidade com base nos sexos e faixas etárias;
- Avaliar ganhos nas expectativas de vida ao manipular em decréscimo os efeitos das causas de morte;
- Utilizar a abordagem de Aprendizado de Máquina para verificar a aplicabilidade de modelos classificatórios logísticos sobre os dados do estudo e buscar suas generalizações para dados novos.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Cenário Espacial e Demográfico do Semiárido Brasileiro

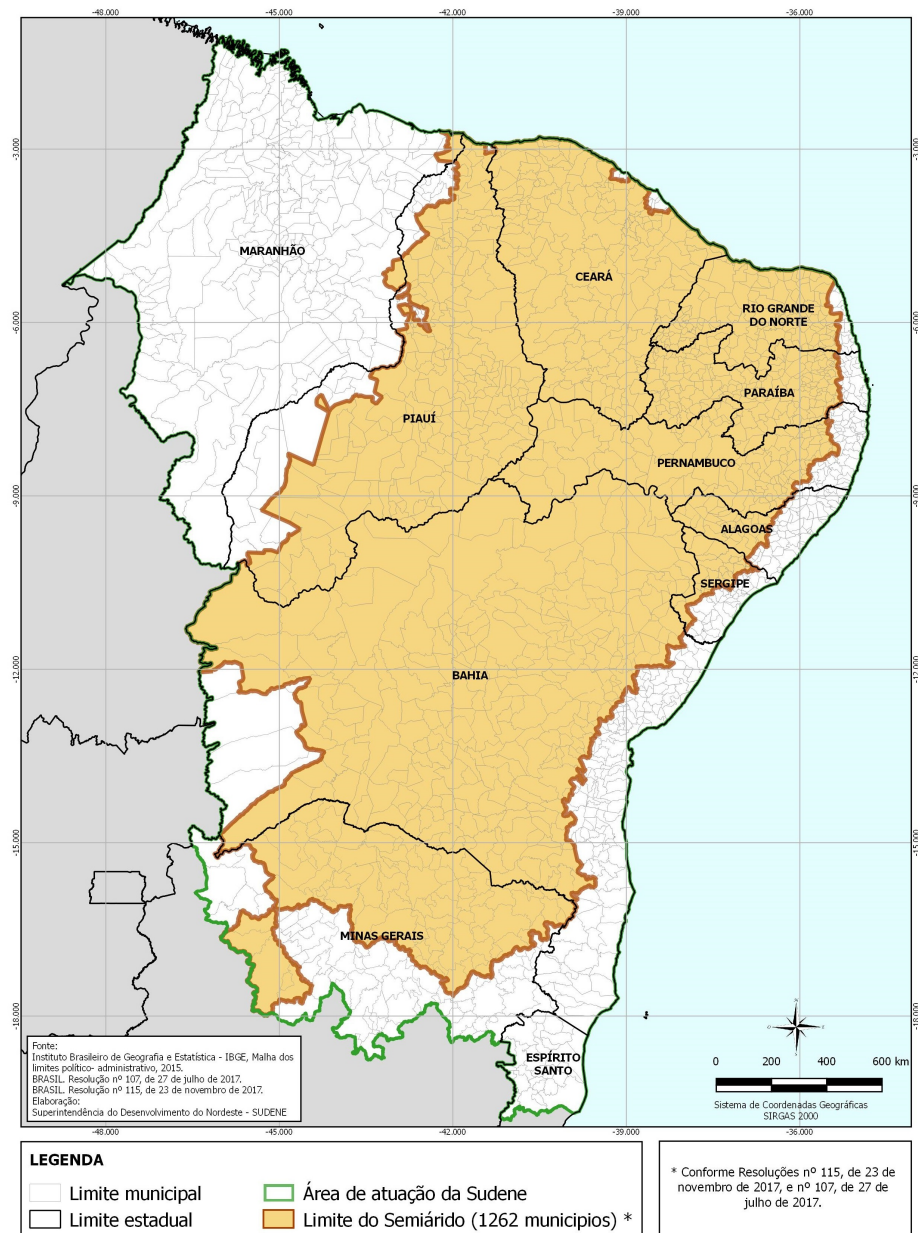
Ocupando territórios de dez estados, o Semiárido brasileiro é formado por 1.262 municípios, e teve sua delimitação atual estabelecida com base em critérios técnicos e científicos proposto pelo Conselho Deliberativo - CONDEL da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE, a quem foi dada tal competência através da Lei Complementar nº 125, de 3 de janeiro de 2007. Os critérios atuais de delimitação incluem como área pertencentes ao Semiárido, aqueles municípios que apresentam precipitação pluviométrica média anual igual ou menor a 800 mm, assim como o índice de Aridez de Thornthwaite igual ou menor a 0,50 e percentual diário de déficit hídrico igual ou menor a 60%, considerando todos os dias do ano. Sendo assim, a área atual do Semiárido brasileiro é de cerca de 1,03 milhão de  $km^2$ , enquanto que em sua delimitação anterior essa área era de 982 563,3  $km^2$ , com a região Nordeste concentrando cerca de 89,5% desse total (IBGE, 2018).

Em termos de regiões semiáridas, a brasileira é uma das mais populosas do mundo, tendo cerca de 27 milhões de habitantes em 2017, sendo a maior área territorial que compõe os espaços naturais da região Nordeste. A região se caracteriza por altas amplitudes térmicas, e apresenta duas estações bem definidas, uma chuvosa, com precipitações irregulares, e outra seca (RUFINO; SILVA, 2017; IBGE, 2019).

Por estar majoritariamente distribuída no Nordeste, uma área socioeconômica historicamente menos desenvolvida, a região semiárida brasileira é marcada pela pobreza e por fatores derivados dela, sendo assim, sua população em geral está sujeita às vulnerabilidades diversas. Entretanto, para Araújo (2011), o Semiárido do Nordeste brasileiro é dotado de recursos naturais que se usados de maneira sustentável, respeitando o ritmo do ecossistema presente, podem alavancar seu desenvolvimento econômico e consequentemente melhorar a qualidade de vida de seus habitantes.

Segundo Marengo (2006), o Semiárido brasileiro sempre enfrentou cenários extremos de secas, mas também esteve e está sujeito a grandes enchentes. Esses fatores ligados ao clima atuam de maneira determinante sobre a agricultura e pecuária da região, tal como na otimização dos recursos hídricos. Dessa forma, com base na precipitação e temperatura do ar, o Semiárido brasileiro (Figura 1) se estabelece como uma região de forragens de ciclo curto, como vegetação prioritária no que diz respeito a criação de animais de espécies que consigam se adaptar e produzir, mesmo sob a condição quente e seca da região (CORREIA et al., 2011).

Figura 1: Delimitação Geográfica do Semiárido Brasileiro



Fonte: Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste, 2017.

## 2.2 Transição Epidemiológica

O termo transição epidemiológica foi cunhado por Omran (1971) para descrever o conjunto de transformações na composição causal da mortalidade, derivadas das ligações entre as condições eco-biológicas, socioeconômicas e médicas com a saúde de uma população. Os fatores eco-biológicos e socioeconômicos foram os principais determinantes para a redução da mortalidade na Europa e na maioria dos países ocidentais durante o século XIX, enquanto que os fatores medicinais se mantiveram negligenciados até meados do século XX.

Os estudos desenvolvidos em epidemiologia ajudam a identificar e analisar a distribuição de doenças e mortes, visando principalmente seus fatores determinantes e as consequências para grupos presentes na população.

O conceito de que as mudanças de hábitos de vida em conjunto com as transições de fatores estruturais sociais venham a atuar sobre as mudanças dos padrões de doenças nas populações, é a base da teoria da transição epidemiológica, com Omran (1971) expondo a ideia de três grandes estados de mudanças sucessivas que eventualmente venham a ocorrer no padrão de mortalidade:

1. *A Era da Pestilência e Fome* quando a mortalidade é alta e flutuante, portanto impedindo o crescimento populacional sustentado. Nesse estágio a expectativa média de vida ao nascer é baixa e variável, vacilante entre 20 e 40 anos;
2. *A Era do Recuo das Pandemias* quando a mortalidade declina progressivamente; e a taxa de declínio acelera assim como picos de epidemia se tornam menos frequentes ou desaparecem. A expectativa média de vida ao nascer aumenta firmemente de cerca de 30 para cerca de 50 anos. O crescimento populacional é sustentado e começa a descrever uma curva exponencial;
3. *A Era das Doenças Degenerativas e Criadas pelo Homem* quando a mortalidade continua a decrescer e eventualmente se aproxima da estabilidade em um nível relativamente baixo. A expectativa média de vida ao nascer cresce gradualmente até exceder 50 anos. É durante este estágio que a fecundidade se torna um fator crucial no crescimento populacional.

Com a mudança no perfil das doenças com maior incidência, o grupo das causas externas se solidificou no Brasil, atingindo o patamar de problema de saúde pública. Liderando as causas externas, as Agressões e os ATT são responsáveis por incontáveis prejuízos sociais e econômicos que atuam negativamente sobre o desenvolvimento da qualidade de vida.

No Brasil, as causas externas representam a terceira causa de morte entre crianças de zero a 9 anos, passando a ocupar a primeira posição na população de adultos jovens (10 a 49 anos) e ocupa a terceira posição entre a população acima de 50 anos. Tendo entre as causas externas, os acidentes de trânsito e os homicídios representando as principais causas de internação e óbitos. Sua ocorrência está relacionada, na maioria das vezes, a atitudes e posturas que levam ao aumento de riscos e a situações a eles vinculados (BRASIL, 2017).

### **2.2.1 Causas Evitáveis de Morte**

Malta et al. (2007) em seu estudo, listaram o grupo das causas de mortes evitáveis e um dos subgrupos integrantes é o subgrupo das Causas Reduzíveis por ações adequadas de promoção à saúde, vinculadas a ações adequadas de atenção à saúde. Estas foram:

- Doenças infecciosas intestinais (A00 a A09);
- Algumas doenças bacterianas zoonóticas (A20 a A28);
- Febres por arbovírus e febres hemorrágicas virais (A90 a A99);
- Rickettsioses (A75 a A79);
- Raiva (A82);
- Doenças devidas a protozoários (B50 a B64);
- Helmintíases (B65 a B83);
- Outras doenças infecciosas (B99);
- Deficiências nutricionais (E40 a E64);
- Acidentes de transportes (V01 a V99);
- Envenenamento acidental por exposição a substâncias nocivas (X40 a X44);
- Intoxicação acidental por outras substâncias (X45 a X49)
- Quedas acidentais (W00 a W19);
- Exposição ao fumo, ao fogo e às chamas (X00 a X09);
- Exposição às forças da natureza (X30 a X39);

- Afogamento e submersão acidentais (W65 a W74);
- Outros riscos acidentais à respiração (W75 a W84);
- Exposição a corrente elétrica, a radiação e a temperaturas e pressões extremas do ambiente (W85 a W99);
- Agressões (X85 a Y09);
- Eventos cuja intenção é indeterminada (Y10 a Y34);
- Exposição a forças mecânicas inanimadas (W20 a W49);
- Acidentes ocorridos em pacientes durante prestação de cuidados médicos e cirúrgicos (Y60 a Y69);
- Reação anormal em pacientes ou complicação tardia, causadas por procedimentos cirúrgicos e outros procedimentos médicos, sem menção de acidentes ao tempo do procedimento (Y83 a Y84);
- Efeitos adversos de drogas, medicamentos e substâncias biológicas usadas com finalidade terapêutica (Y40 a Y59).

Com a mudança no perfil de doenças das populações, distanciando-se da mortalidade por doenças infecciosas, os indivíduos passaram a ser atingidos de maneira mais impactante por causas crônicas-degenerativas, sendo essas mais comuns em idades mais avançadas, esse fato deu início ao processo de transição demográfica (CALDWELL, 2001).

## 2.3 Transição Demográfica

O fenômeno do envelhecimento populacional consiste no aumento da idade mediana de uma população. Esse aumento é derivado primariamente do aumento na expectativa de vida e do declínio das taxas de fecundidade. Com as mudanças demográficas em curso na grande maioria dos países do mundo, espera-se que em breve, pela primeira vez na história se tenha uma maior quantidade de pessoas mais velhas do que mais jovens, tendo essas mudanças causado um acréscimo na proporção de pessoas com idade acima dos 60 anos.

A ocorrência das transições de envelhecimento populacional deixam as lideranças políticas em posição de buscar adaptações para que a estrutura social consiga lidar positivamente com as mudança. Com base nisso, a Organização Mundial de Saúde desenvolveu guias para auxiliar os países no entendimento dos possíveis programas para melhor disponibilidade de serviços de saúde e de políticas para a população mais velha (OMS, 2010; LIMA-COSTA, 2011).

Em 1950, o número de idosos contabilizados no mundo era cerca de 204 milhões, e esse número aumentou significativamente para cerca de 579 milhões já em 1998. A projeção é de que em 2050, tenhamos uma distribuição de idosos de um para cada cinco habitantes no mundo (INELMEN, 2003; OMS, 2005; GOUVEIA, 2012).

Assim como nos processos de industrialização e urbanização, os países desenvolvidos iniciaram o processo de envelhecimento populacional em um ritmo maior em comparação com os países em desenvolvimento, entretanto, recentemente os países em desenvolvimento apresentaram um ritmo mais acentuado. Com base nesse fato, o IBGE (2008) projetou que, em 2050, o Brasil atingirá cerca de 81,29 anos na expectativa média de vida.

O Brasil apenas recentemente voltou sua visão para maiores ações públicas relacionadas com o envelhecimento da população, e apesar desse envelhecimento expressar uma maior qualidade de vida, existem também consequências. De 2002 a 2012, o número de idosos no país cresceu cerca de 40,3% e no mesmo período, o Ministério da Previdência registrou aumento de 55,3% no número de benefícios ativos (MIRANDA; MENDES; SILVA, 2016).



## 2.4 Sistemas de Informações em Saúde

Com a evolução dos conceitos de sociedade, os assuntos relacionados com a saúde seguiram ganhando destaque através dos anos, e com isso, contando com o avanço tecnológico, novas propostas de como lidar com essas informações surgiram para buscar expressar as distintas situações de saúde derivadas de diferentes causas.

Antes da implantação do Sistema Único de Saúde (SUS), o Brasil instituiu uma variedade de sistemas de informação de saúde federais, onde esses se voltavam para atividades de âmbitos estadual ou federal, deixando os municípios para o papel de coletores de dados. Essa situação limitou a autonomia dos municípios e de seus gestores, inviabilizando a proposição de eventuais políticas públicas (PINHEIRO; ANDRADE; SILVA et al., 2016).

No final da década de 1980, maiores relações entre a OMS (Organização Mundial da Saúde) e os responsáveis pela saúde nos países tornou clara a necessidade de trocas de informações relacionadas aos resultados e metodologias utilizadas para o manuseio e análise da situação de saúde em cada nação. Com o pacto federativo nacional, o Brasil passou a dar aos municípios grande importância e responsabilidades na composição do Estado, e esse foi o gatilho para que os dados de saúde passassem a ser tratados de maneira ramificada, considerando os âmbitos municipal, estadual e federal.

O tratamento baseado na qualidade das informações de saúde dá suporte e base para que os gestores municipais possam tomar decisões de maneira mais eficiente, e assim evitar desperdícios de recursos públicos e mortes prematuras.

O grande problema para a administração dos dados de maneira descentralizada, é a eventual ligação entre os diferentes sistemas dos diferentes níveis da hierarquia. A Rede Interagencial de Informações para a Saúde (RIPSA), atua desde 1996 como uma iniciativa integradora para otimizar a qualidade das informações gerais, e com isso estabelecer um Sistema Nacional de Informações em Saúde, anunciado pelo artigo 47 da Lei 8.080/1990, que instituiu o SUS, com importante responsabilidade do IBGE (PINTO; FREITAS; FIGUEIREDO, 2018).

A importância em se trabalhar com dados de boa qualidade levou países a realizarem investimentos massivos em ações que garantam a manutenção dessa condição de alta confiabilidade de informação, e também realizam monitoramentos constantes nos dados

disponibilizados pelos sistemas. Sabendo da condição social e econômica dos países menos desenvolvidos, institutos internacionais se uniram à OMS e em 2005 estabeleceram a metodologia Health Metrics Network, que tinha como objetivo o desenvolvimento da qualidade dos sistemas de informações de saúde desses países. Tal programa foi encerrado em 2013, com realizações significativas em seu histórico (LIMA; SCHRAMM; COELI; DA SILVA, 2009).

No Brasil, desde sua criação em 1975, o Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) se tornou o principal órgão divulgador de dados de mortalidade no Brasil, e mesmo aumentando sua cobertura constantemente através dos anos, ainda enfrenta problemas que dificultam o melhoramento da qualidade de suas informações. O preenchimento do documento-base do SIM, Declaração de Óbito (DO), é visto como um ponto a ser melhorado no sentido de aprimorar os dados disponibilizados pelo Ministério da Saúde, uma vez que esta é requerida para a obtenção da Certidão de Óbito. Com exceção do Bloco I que é preenchido em cartório, todos os demais blocos da DO devem ser preenchidos por médicos, onde esses no geral, atentam suas preocupações para o preenchimento dos campos relacionados com causas e condições do óbito, o que pode negligenciar o preenchimento dos demais campos, e que mesmo assim apresentam inconsistências (MENDONÇA; DRUMOND; CARDOSO, 2010).

A partir das informações obtidas pela DO, é possível obter estatísticas gerais relacionadas com variáveis de mortalidade, e isso dá grande importância para a fidedignidade no preenchimento desse documento. Mesmo sendo utilizada desde a década de 1970, muitos médicos desconhecem a DO, e essa falta de conhecimento acaba por multiplicar os equívocos e erros de preenchimento desse documento. Esses fatores são responsáveis por aumentar o percentual de causas mal definidas e pela incompletude de informações básicas das variáveis, o que limita a utilização das DOs para estatísticas em âmbito nacional (SILVA; YAMAKI; OLIVEIRA et al., 2013).

## **2.5 Tábuas de Vida**

O interesse na medição da longevidade de indivíduos é algo presente desde antes do desenvolvimento da estatística e probabilidade moderna. As proposições de tabelas que expressassem a ideia de longevidade passaram pelo império romano, com a tabela bruta creditada ao Prefeito Pretoriano Ulpianos, e atingiram seu ponto de inflexão para

a modernidade com a tábua de vida da cidade de Breslau, proposta por Edmund Halley e publicada em 1693 (OMS; CHIANG, 1979).

A tábua de vida é uma ferramenta altamente utilizada nas ciências atuariais e demografia, e contando com os avanços, essa ferramenta passou a ser utilizada do ponto de vista inteiramente estatístico, abrindo mão de resultados obtidos à base de empirismo. Em geral, existem dois tipos de tábuas de vida.

A tábua de vida reduzida entrega resultados baseados em grupos etários, sendo um procedimento do tipo “longitudinal”, ou seja, há um acompanhamento da experiência de mortalidade de uma coorte. Diferente da tábua de vida reduzida, a tábua de vida completa não representa a experiência de mortalidade de uma coorte, pois essa trabalha considerando uma coorte hipotética e assume que a mesma está sujeita ao longo de sua existência às taxas específicas de mortalidade observadas para uma população real durante um período particular (NATIONAL CENTER FOR HEALTH STATISTICS, 1964).

Os modelos de tábuas de vida objetivam a representação da realidade. A qualidade dos dados de óbito é de extrema importância para a aplicação de modelos de tábuas de vida. Paes (1995) ressaltou que a utilização de modelos de tábuas de vida propostos com base em populações desenvolvidas, pode ocasionar em resultados inapropriados ao aplicá-los para populações em desenvolvimento, uma vez que esses dados têm maiores tendências de apresentarem inconsistências.

Com as melhoras nos sistemas de dados de mortalidade do Brasil, se tornou possível a utilização das tábuas de vida mais sofisticadas para diversas subpopulações, entretanto, regiões como a Norte e Nordeste ainda perseguem resultados próximos à excelência.

O Semiárido brasileiro, por se tratar de uma região com dificuldades quanto à qualidade dos dados, entrega resultados estatísticos que necessitam de grande atenção. Por essa razão, se recorre frequentemente a métodos indiretos para a construção de tábuas de vida para essa região, todavia, esses métodos exigem o respeito por rígidos supostos e especulações sobre padrões de mortalidade teóricos, o que pode ocasionar erros de estimativas (PAES; MACIEL; SILVA, 2019).

## 2.6 Anos Potenciais de Vida Perdidos

A busca por maneiras de quantificar a saúde de uma população se tornou historicamente uma questão de interesse. As taxas de mortalidade foram por muito tempo, a maneira mais comum de expressar a situação de saúde geral de populações, mas recentemente, a utilização de medidas mais sofisticadas se tornou um importante ponto de atenção.

O indicador de Anos Potenciais de Vida Perdidos (APVP) se baseia no conceito de estimação da média de tempo que uma pessoa teria vivido, caso essa não tivesse morrido prematuramente. Incorporando a informação da idade da morte do indivíduo, esse indicador é capaz de fornecer resultados para comparações dos impactos das diferentes causas de morte em uma população, o que é de extrema utilidade para a avaliação dos prejuízos que essas causas acarretam para a sociedade (GARDNER; SANBORN, 1990).

Em decorrência da transição demográfica e epidemiológica no Brasil, é razoável observar mudanças entre as causas que ocasionavam maiores APVP em diferentes épocas. Isso pode ser melhor entendido com os resultados obtidos em estudos com enfoques distintos.

Reichenheim e Werneck (1994) estimaram que cerca de 1/3 dos APVP do estado e da cidade do Rio de Janeiro em 1990, foram decorrentes do grupo das causas externas, seguido das doenças cardiovasculares e neoplasias. E ainda, que essas três causas foram responsáveis por cerca de 70% de todos os APVP das duas regiões.

Em um estudo realizado por Pereira et al. (2011), verificou-se para dados do SIM, que o risco de morrer por câncer de mama cresceu no período de 1988 a 2007 para as mulheres do Rio Grande do Norte, com uma taxa média de mortalidade ajustada de 9,7/100 mil mulheres, atingindo principalmente a faixa de 50 a 59 anos. Essa mortalidade ocasionou o total de 20.983,5 anos potenciais de vida perdidos, evidenciando a importância do diagnóstico precoce para a prevenção da mortalidade por câncer de mama naquele estado.

Utilizando os dados da cidade do Recife para o período de 2003 a 2007, Silva et al. (2011) estudaram os efeitos da mortalidade feminina por violência, e verificaram que foram perdidos 12.120 anos potenciais de vida para essa subpopulação, sendo o maior percentual desses APVP vindo de jovens entre 20 e 29 anos, totalizando 4.823 anos.

Ainda foi possível verificar que a quantidade de APVP entre as mulheres identificadas como negras, pretas ou pardas de acordo com aquele recorte racial do IBGE, foi quase oito vezes maior em comparação com os APVP das mulheres brancas.

O uso do indicador APVP auxilia não apenas no entendimento da situação de saúde de uma população, como também é capaz de auxiliar no dimensionamento dos impactos econômicos e financeiros. Souza et al. (2011) investigaram os APVP por leptospirose da população brasileira em 2007, e estimaram que cerca de R\$ 22,9 milhões em salários não ganhos e R\$ 831,5 mil em custos hospitalares foram derivados de 6.490 anos potenciais de vida perdidos.

## 3 METODOLOGIA

### 3.1 Fonte dos Dados

Trata-se de um estudo transversal utilizando dados oficiais e estimados de população e óbitos do Semiárido brasileiro, no ano de 2015. As estimativas do estudo foram obtidas com base em dados disponibilizados pelo Ministério da Saúde (MS) através do Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM), e pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que podem ser encontrados nos endereços eletrônicos [www.datasus.gov.br](http://www.datasus.gov.br) e [www.ibge.org.br](http://www.ibge.org.br), respectivamente.

A base de dados de óbitos utilizada foi elaborada durante o andamento dos projetos de Iniciação Científica desenvolvidos por Maciel (2017-2018) e Santos (2018-2019) integrados ao Laboratório de Estudos Demográficos (LED) do Departamento de Estatística da Universidade Federal da Paraíba. Foram considerados os números de óbitos da região geográfica do Semiárido brasileiro (por estado, excluindo 2 municípios do Maranhão) para o biênio 2014-2015, onde os óbitos por causas básicas foram categorizados seguindo a décima Classificação Internacional de Doenças (CID-10), e tratados por sexo e faixa etária.

Para o alcance dos objetivos do presente estudo, foram considerados os óbitos por Agressões e Acidentes de Transporte Terrestre (ATT), que são subcausas definidas no Capítulo XX da CID-10, referentes às Causas Externas de Morbidade e Mortalidade (OMS, 2016).

### 3.2 Qualidade e Construção da Base de Dados

#### 3.2.1 Cobertura dos Óbitos

A obtenção de indicadores de mortalidade precisos e confiáveis passa diretamente pela qualidade dos dados de referência. Resultados com grandes incorreções podem ser eventualmente utilizados quando se trabalha com dados imprecisos de mortalidade, e

esse problema deriva-se principalmente da deficiência no manuseio das informações das declarações dos registros de óbitos.

Os problemas estruturais do Semiárido brasileiro levam seus dados de óbitos a serem considerados como imprecisos ou duvidosos. Entretanto, pela necessidade de se trabalhar com os dados, mas visando sua qualidade, o uso de métodos propostos na literatura com o objetivo de contornar o problema da cobertura dos óbitos, possibilita uma maior confiabilidade de resultados.

Paes (2000) ressaltou a existência de pelo menos dez métodos distintos de estimação na literatura mundial para contornar a deficiência na cobertura dos óbitos, e com base nisso, Maciel (2019) optou pela aplicação da Equação do Balanço de Crescimento proposta por Brass (1975) nos dados do Semiárido brasileiro para a consolidação da base de dados.

### **3.2.1.1 Equação do Balanço de Crescimento de Brass**

A equação do balanço de crescimento foi proposta por Brass (1975) e é o primeiro dos que mais tarde ficaram conhecidos como Métodos de Distribuição de Mortalidade para estimação da completitude do relatório de mortes relacionadas a uma estimativa de população (IUSSP, 2013).

O método consiste no uso de observações que estão em uma população estável, no sentido de não apresentar mudanças na estrutura de idade através do tempo, crescendo em uma taxa constante,  $r$ , a cada ano. Tal população deve ser fechada para migração, e sua taxa de crescimento,  $r$ , é dada pela diferença entre a taxa de nascimento e a taxa de morte.

A técnica é um caso particular do método de Balanço de Crescimento Generalizado, e suas estimativas são mais precisas para idades adultas, uma vez que a completitude dos números reportados de mortalidade infantil tendem a diferir com relação aos de mortalidade adulta.

A demonstração da técnica de do Balanço do Crescimento de Brass está disponível em Paes (2018), e sua consolidação final é dada por:

$$\frac{N(a)}{N(a+)} = r + k \cdot \frac{D'(a+)}{N(a+)} \quad (3.1)$$

onde,

$N(a)$  = população na idade exata  $a$ ;

$N(a+)$  = somatório de indivíduos que estão na idade exata até um limite de idades  $w$  qualquer;

$D'(a+)$  = óbitos registrados e afetados por erros na idade  $a$  ou superior;

$r$  = taxa de crescimento da população estável;

$k$  = fator de correção.

Paes (2018) explicou que se as condições teóricas são verificadas, obtêm-se um conjunto de pontos linearmente dispostos, em um plano cartesiano onde o eixo das abscissas é relativo à  $D'(a)/N(a+)$  (taxa de mortalidade), e o eixo das ordenadas relativo à  $N(a)/N(a+)$  (taxa de natalidade). Dessa maneira, ajustando-se um modelo linear a esses pontos, o fator de correção  $k$  é obtido como coeficiente angular, assim como a taxa de crescimento natural  $r$  é obtida como coeficiente linear.

É possível ressaltar como principais problemas associados à técnica, o efeito dos desvios de estabilidade nas estimativas, o efeito das idades não registradas e o diferencial de sub-registro por idade, mas que na medida do possível, pode-se controlar as violações dos pressupostos na aplicação da técnica.



### 3.2.2 Óbitos por Causas Mal Definidas e Método de Ledermann

Os óbitos por causas mal definidas (CMD) podem representar uma fonte de problemas ao se trabalhar com estatísticas e indicadores de mortalidade. Um número muito elevado de óbitos por CMD compromete diretamente a fidedignidade dos dados, e conseqüentemente, prejudica diretamente os resultados obtidos.

A ocorrência desse tipo de óbito se inicia quando um indivíduo vem a falecer após uma sequência de acontecimentos derivados de uma lesão ou doença, introduzindo o conceito de causa básica de óbito. A CID-10 definiu causa básica de óbito como:

*“(a) a doença ou lesão que iniciou a cadeia de acontecimentos patológicos que conduziram diretamente à morte ou (b) as circunstâncias do acidente ou violência que produziram a lesão fatal”.*

Quando as causas básicas do óbito estão classificadas no capítulo XVIII da CID-10, contendo apenas informações de sintomas e sinais da doença, ocorre o que se chama de óbito por causas mal definidas.

De acordo com Paes (2006), existe uma grande dificuldade para realizar a redistribuição das CMD de morte em causas definidas, pois não há um consenso sobre como lidar com esse problema da melhor maneira, e a escassez de metodologias atua como um agravante.

Cunha et al. (2017) alegaram que em 2003 os óbitos por CMD corresponderam a 13,3% do total de óbitos do Brasil, com a região Nordeste sendo responsável por cerca de 25,9% desses óbitos. Entretanto, também ressaltaram a melhora das regiões Norte e Nordeste com relação a maioria desses dados, sendo esse, um resultado obtido através de investimentos específicos do Ministério da Saúde, que focou principalmente na regulamentação da coleta de dados, fluxo e periodicidade de envio das informações sobre óbitos, na suspensão da transferência de recursos fundo a fundo, e também na divulgação dos dados e publicações técnicas e de capacitação de recursos humanos. Essa redução de óbitos por CMD das regiões Norte e Nordeste tiveram impacto importante nos números em escala nacional, como mostra Paes (2018), com o percentual de óbitos por CMD saindo de 21,5% em 1980, para 5,7% em 2015.

O método de Ledermann (1955) propõe para a redistribuição das causas mal definidas de óbito, a aplicação de regressão linear simples, entre a proporção de uma causa

específica de morte, sendo a variável dependente  $Y$ , e a proporção de mortes mal definidas como variável independente  $X$ . Dessa forma, se obtém pares  $(Y_{ij}, X_i)$  para cada área de interesse  $i$ , totalizando  $n$  áreas. Com isso, se tem uma regressão para cada causa definida de morte. Para  $r$  coeficientes angulares, se tem  $r$  estimações de proporções de causas mal definidas de morte que deverão ser atribuídas às causas específicas de morte. O método de Ledermann parte de:

$$Y_i = \alpha + \beta X_i + e_i$$

Pelo método dos mínimos quadrados, estima-se:

$$\hat{\alpha} = \bar{Y} - \hat{\beta} \bar{X}$$

e

$$\hat{\beta} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i Y_i - n \bar{X} \bar{Y}}{\sum_{i=1}^n X_i^2 - n \bar{X}^2}$$

Então, considerando  $r$  causas definidas, cada equação de regressão será do tipo:

$$Y_{ij} = \alpha_j + \beta_j X_i + e_{ij}$$

Onde,

$Y_{ij}$  = Óbitos da causa  $j$  na área  $i$ ;

$\alpha_j$  = coeficiente da reta da causa  $j$ ;

$\beta_j$  = coeficiente de redistribuição da causa  $j$ ;

$X_i$  = óbitos observados da causa mal definida na área  $i$ ;

$e_{ij}$  se refere ao erro ou resíduo;

$n$  = número total de óbitos na área  $i$ .

Pode-se demonstrar que

$$\sum_{j=1}^r \beta_j = -1$$

e

$$\sum_{j=1}^r \alpha_j = 0$$

Sendo  $r$ , o número total de causas de óbitos.

A equação de redistribuição dos óbitos por causas mal definidas para uma determinada área é dada por:  $O_j = Y_j - 1(X\beta_j)$

Onde,

$O_j$  = óbitos redistribuídos da causa  $j$ ;

$Y_j$  = óbitos observados da causa  $j$ ;

$\beta_j$  = fator de redistribuição da causa  $j$ ;

$X$  = óbitos da causa mal definida.

### 3.3 Indicadores de Mortalidade

#### 3.3.1 *Mortalidade Proporcional*

O indicador de Mortalidade Proporcional é utilizado para calcular a mortalidade, considerando a distribuição dessa por variáveis de interesse. Para o cálculo da Mortalidade Proporcional percentual por sexo, utilizou-se a expressão:

$$MP_{ij} = \frac{\text{Total de Óbitos do Sexo i Pela Causa j}}{\text{Total de Óbitos Pela Causa j}} \times 100$$

Já para o cálculo da Mortalidade Proporcional percentual por faixas etárias, utilizou-se a expressão:

$$MP_{ij} = \frac{\text{Total de Óbitos na Faixa Etária i Pela Causa j}}{\text{Total de Óbitos Pela Causa j}} \times 100$$

#### 3.3.2 *Taxa Bruta de Mortalidade*

A Taxa Bruta de Mortalidade (TBM) é uma taxa de mortalidade geral e simples, que relaciona o total de óbitos em uma determinada região por sua população. Dessa forma, as taxas brutas de mortalidade para as áreas do Semiárido brasileiro foram calculadas utilizando:

$$TBM_{ij} = \frac{\text{Total de Óbitos na Região i Pela Causa j}}{\text{População Total da Região i}} \times 100.000$$

### 3.3.3 Taxa Bruta de Mortalidade Padronizada

É uma adaptação da taxa bruta, onde se considera em seu cálculo, a eliminação do efeito da distribuição em estrutura etária da população total, através de uma padronização. O método da Padronização Direta é dado por:

$${}_nO_x^{espj} = {}_nM_x^j \times {}_nP_x^p$$

$$O_x^{espj} = \sum_{x=0}^{\infty} {}_nO_x^{espj}$$

onde,

${}_nO_x^{espj}$  representa os óbitos esperados por idade x na área j;

$O_x^{espj}$  é o total dos óbitos esperados na área j;

${}_nM_x^j$  é a taxa de mortalidade específica por idade x na área j;

${}_nP_x^p$  é a população adotada como padrão (P) na idade x.

Dessa forma, a Taxa Bruta de Mortalidade Padronizada para cada área j é dada por:

$$TBM_j^P = \frac{O^{espj}}{P^P}$$

onde,

$P^P$  representa a população padrão.

Para o estudo, a população estimada do Brasil para o biênio 2014-2015 foi considerada como padrão.

## 3.4 Tábua de Vida

O poder das tábuas de vida em sintetizar as informações de mortalidade, as tornaram ferramentas indispensáveis para os estudos demográficos e derivados. Estão presente de forma direta ou indireta em boa parte da construção dos mais importantes indicadores demográficos, bem como nas projeções populacionais (PAES, 2018).

As aplicações de tábuas de vida abrangem desde a saúde às ciências atuariais. Em 2019, os resultados desta ferramenta foi de grande referência para as discussões a respeito da reforma previdenciária no Brasil. Com base nos resultados anuais de tábuas de vida e em projeções do IBGE, o Governo Federal enfatizou que o aumento da expectativa de vida, e a diminuição da fecundidade contribuíram para a necessidade de uma reforma no setor previdenciário (BRASIL, 2019).

Pela indisponibilidade de dados (reais ou projetados) de população desagregados para a faixa de 0 a 1 ano, verificou-se nos dados de 2010 a proporção que essa faixa etária ocupava da população total, e assim aplicou-se essa proporção para os dados de 2015. Por ultimo, subtraiu-se essa quantidade resultante da faixa etária 0-4 anos, obtendo assim estimativas para as faixas 0-1 ano e 1-4 anos.

Os fatores de correção utilizados (Tabela 2) para o ajuste dos dados de óbitos foram obtidos por intervalos de confiança a partir das estimações pontuais presentes na Tabela 1, realizadas por Paes, Maciel e Silva (2019).

Tabela 1: Fatores de correção dos óbitos e suas margens de erro para a construção de tábuas de vida, Semiárido brasileiro, 2010

Estado	Infantil			Adulto (5 anos ou mais)		
	Média			Média		
	Masculino	Feminino	Margem de erro	Masculino	Feminino	Margem de erro
PI	1,75	1,24	0,58	1,09	1,34	0,33
CE	1,60	1,56	0,64	1,11	1,27	0,28
RN	1,64	1,91	0,89	1,08	1,27	0,32
PB	1,52	1,74	0,44	1,07	1,31	0,07
PE	1,34	1,38	0,37	1,10	1,17	0,18
AL	1,53	1,44	0,27	1,08	1,29	0,53
SE	1,60	1,33	0,87	1,00	1,23	0,33
BA	1,40	1,40	0,51	1,27	1,33	0,22
MG	1,16	1,18	0,35	1,40	1,48	0,48
<b>Média</b>	<b>1,50</b>	<b>1,46</b>	—	<b>1,13</b>	<b>1,30</b>	—

Fonte: Paes, Maciel e Silva (2019)

Tabela 2: Fatores de correção dos óbitos para a construção das tábuas de vida do Semiárido brasileiro, 2015

Estado	Infantil		Adulto	
	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino
PI	2,33	1,82	1,42	1,67
CE	2,20	2,20	1,30	1,50
RN	2,30	2,50	1,20	1,30
PB	1,96	2,18	1,14	1,38
PE	1,50	1,60	1,20	1,30
AL	1,69	1,61	1,43	1,63
SE	2,47	2,00	1,33	1,48
BA	1,80	1,70	1,48	1,40
MG	1,34	1,36	1,26	1,34

Fonte: Paes, Maciel e Silva (2019)

A obtenção da tábua de vida se dá através de colunas que representam variáveis que derivam de funções. Em Paes (2018), o procedimento para o cálculo da expectativa de vida por tábua de vida se segue da seguinte maneira:

$x$  - É o intervalo entre duas idades exatas ( $x$ ,  $x+n$ ). Excetuam-se os grupos de 0 a 1, 1-4 e de 85 e mais anos.

${}_nq_x$  - Probabilidade de morrer entre as idades exatas  $x$  e  $x + n$ . Essa coluna é a mais importante na construção da tábua de vida, uma vez que outras colunas dependem diretamente dela para as suas consolidações. Calcula-se relacionando os óbitos em uma dada faixa etária, com a correspondente população sob risco.

Dessa forma, tem-se:

$${}_nq_x = \frac{n \times {}_nm_x}{1 + n \times (1 - {}_na_x) \times {}_nm_x}$$

Onde,

$${}_nm_x = \frac{{}_nD_x}{{}_nP_x}$$

${}_nD_x$  = óbitos do intervalo etário ( $x$ ,  $x + n$ );

${}_nP_x$  = população do intervalo etário ( $x$ ,  $x + n$ );

${}_na_x$  = fator de separação.

Tem-se que  ${}_1q_0$  é a "verdadeira" *Taxa de Mortalidade Infantil* (TMI), e seu cálculo

convencional entrega uma boa estimativa de  ${}_nq_x$ . Por outro lado, para o intervalo aberto,  ${}_nq_x$ , será sempre igual a 1, pois todos os que estão vivos no início do intervalo morrem durante ele.

Os fatores de separação para as faixas etárias 0-1 ano e 1-4 anos foram obtidos com base no critério de Coale e Demeny (1983) e adaptado por Preston, Heuveline e Guillot (2001):

${}_np_x$  - Representa a probabilidade de sobreviver entre as idades exatas  $x$  e  $x + n$ . É calculada obtendo o complementar de  ${}_nq_x$ . Ou seja:

$${}_np_x = 1 - {}_nq_x$$

$l_x$  - Número de pessoas vivas ou sobreviventes à idade exata  $x$ . É o número de indivíduos que alcançaram com vida a idade exata  $x$ , a partir de um número arbitrário inicial  $l_0$  (100.000 nascimentos). A partir da raiz  $l_0$ , obtêm-se os valores subsequentes através da expressão:

$$l_x = l_{x-n} \cdot {}_np_{x-n}$$

${}_nd_x$  - Número de mortes no intervalo etário  $(x, x + n)$ . Seus valores resultam da multiplicação dos  ${}_nq_x$  pelos sobrevivente à mesma idade e traduzem o número de óbitos da tábua de vida ocorrido no intervalo  $(x, x + n)$ . Essa coluna pode ser obtida por:

$${}_nd_x = {}_nq_{xx}$$

${}_nL_x$  - Número de anos vividos pelos sobreviventes do grupo inicial de indivíduos entre as idades exatas  $(x, x + n)$ . Onde cada indivíduo desse grupo que sobrevive cada ano, nesse intervalo, contribui para  ${}_nL_x$  com um ano completo, enquanto os que morrerem durante esse ano contribuem, em média com  $(1-a_x)$  do período e não com um ano. Considerando o intervalo de  $n$  anos, a expressão é dada por:

$${}_nL_x = n \times l_{x+n} + {}_nd_x \times (1 - {}_na_x) \times n$$

$${}_{\infty}L_x = \frac{{}_{\infty}d_x}{{}_{\infty}O_x} \times {}_{\infty}P_x$$

$T_x$  - Total de anos vividos além da idade  $x$ . É o número de anos que se espera que

viva os sobreviventes de idade exata  $x$ , a partir dessa idade até quando o grupo inicial de indivíduos se extinguir completamente. Representa a soma do número de anos vividos em cada intervalo de idade começando com a idade  $x$ . Essa coluna pode ser obtida por:

$$T_x = {}_nL_x + T_{x+n}$$

A maior finalidade de  $T_x$  está no auxílio para os cálculos que formam a coluna seguinte.

$e_x$  - Expectativa (ou esperança) de vida na idade  $x$ . Corresponde ao número médio de anos de vida esperados pelas pessoas na idade  $x$ . Os valores dessa coluna resultam da divisão entre os dados da coluna  $T_x$  pelos da coluna  $l_x$ . Ou seja:

$$e_x = \frac{T_x}{l_x}$$

Assim, por exemplo, a expectativa de vida ao nascer é dada por:

$$e_0 = \frac{T_0}{l_0}$$

### 3.4.1 *Tábua de Vida de Múltiplo Decremento*

A teoria dos riscos competitivos é uma extensão da análise de sobrevivência clássica, e se baseia na ideia de que no cotidiano, várias causas de morte "competem" entre si para ocasionar o óbito de um indivíduo. Ou seja, consideram-se diferentes probabilidades para as causas de óbito, onde cada uma delas exerce um impacto sobre a expectativa de vida (KOELLER et al., 2012).

Com base na teoria dos riscos competitivos, Chiang propôs a tábua de vida de múltiplo decremento (TVMD) em 1960, que considera a interdependência dos diversos riscos de morte, e o impacto ao eliminar uma causa específica. Entretanto, Chiang (1970) reconheceu limitações em sua proposição, e com base nisso, Keyfitz (1977) e Wong (1977) afirmaram que uma maior coerência acontece ao eliminar uma causa de óbito de maneira parcial, considerando a maior proximidade com a realidade (PAES, 2018).

Dessa forma, para a construção da tábua de vida de múltiplo decremento, se tem divergência em paralelo com a tábua de vida, apenas na coluna  $q_x$ , que é substituída pela probabilidade de morte líquida  $q_x$ , aceitando que uma determinada causa ou conjunto de causas tenham sido excluídos da população.



O cálculo da probabilidade líquida de morte ( $q_x$ ) é dado por:

$$q_{i,j} = 1 - \hat{p}_i^{\left(\frac{D_i - D_j}{D_i}\right)}$$

Onde  $\hat{p}_i$  estima a probabilidade de um indivíduo sobreviver de  $x$  a  $x + n$ . Esse estimador é dado por:

$$\hat{p}_i = \frac{1 - (1 - a'_i) \times n_i \times M_i}{1 + a'_i \times n_i \times M_i}$$

onde,

$i = 0, 1, 2, \dots$ , anos;

$j = 1, 2, \dots, r$  (causas);

$n_i$  é o intervalo de classe para o grupo etário considerado;

$M_i$  é a taxa de mortalidade na idade  $i$ ;

$a'_i$  é o fator de separação na idade  $i$ ;

$D_{ij}$  é o número de óbitos ocorridos na idade  $i$  pela causa  $j$  ou grupo de causas  $j$ ;

$D_i$  é o número de óbitos ocorridos na idade  $i$ .

### 3.5 Anos Potenciais de Vida Perdidos

O indicador de Anos Potenciais de Vida Perdidos (APVP) é dado pelo total das expectativas de vida na idade  $x$  de todos os óbitos de uma determinada causa.

Para o cálculo do indicador considerando uma determinada causa de óbito, utilizou-se o método proposto por Romender e Mc Whinnie (1988), com a expressão matemática dada por:

$$APVP = \sum_{x=1}^w a_i \times d_x$$

em que,

$$a_i = w - \left(\frac{x + (x + n)}{2}\right)$$

onde,

$a_i$  é o número de anos que faltam para completar a idade limite correspondente ao limite superior considerado, quando o óbito ocorre entre as idades de  $x$  e  $x + n$  anos;

$d_x$  é o número de óbitos ocorridos entre as idades de  $x$  e  $x + n$  anos;

$n$  é a amplitude do intervalo etário;

$w$  é a idade limite;  $\frac{x+(x+n)}{2}$  é o ponto médio do intervalo etário.

Para o estudo, após a obtenção da expectativa de vida ao nascer para o Semiárido brasileiro, foi considerada como idade limite, 70 anos. Os demais cálculos auxiliares foram obtidos da seguinte maneira:

$$Taxa\_APVP = \frac{\text{Total de APVP na faixa etária}}{\text{População Total na faixa etária}} \times 100.000$$

$$Média\_APVP = \frac{\text{Total de APVP}}{\text{Total de Óbitos}}$$

As médias de APVP foram calculadas segundo sexo e faixa etária.

### **3.5.1 Teste de Hipóteses de Wilcoxon Para Amostras Pareadas**

Trata-se de um teste não-paramétrico proposto por Wilcoxon (1945) para a comparação de amostras pareadas, ou de medidas repetidas em uma amostra única.

As hipótese do teste de Wilcoxon para amostras pareadas são formuladas da seguinte maneira:

$H_0$  : diferença entre os pares segue uma distribuição simétrica em torno do zero

$H_1$  : diferença entre os pares não segue uma distribuição simétrica em torno do zero.

Após a aplicação do procedimento descrito por Wilcoxon (1945), a estatística do teste é dada por:

$$W = \sum_{i=1}^{N_r} [\text{sgn}(x_{2,i} - x_{1,i}) \times R_i]$$

onde  $\text{sgn}(\cdot)$  é uma função sinal e  $R_i$  é o posto da observação  $i$ .

$W$  poder ser comparado com um valor crítico de uma tabela de referência. O teste bicaudal consiste em rejeitar  $H_0$  se  $|W| > W_{\text{crítico}, R_i}$ .

## 3.6 Modelos de Classificação

### 3.6.1 Variáveis Utilizadas

Em sua pesquisa, Silva (2011) ressaltou a importância do Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM) como uma ferramenta de monitoramento anual do desenvolvimento socioeconômico de uma região. Com base nisso, após o agrupamento dos municípios do Semiárido brasileiro em microrregiões, foram consideradas as médias dos índices FIRJAN para formulação da base de dados (FIRJAN, 2015).

#### Fonte das variáveis:

- IFDM\_EDUC; IFDM\_RENDA; IFDM\_SAUDE; IFDM\_GERAL: Endereço eletrônico do FIRJAN (<https://www.firjan.com.br/ifdm/>);
- TERRITORIO: Endereço Eletrônico da SUDENE;
- NoMun; MascATT; MascAgr: Elaboração Própria;
- PresPvgs: Elaboração Própria utilizando dados disponíveis no endereço eletrônico do Levantamento Nacional de Informações Penitenciárias (<http://dados.mj.gov.br/dataset/>);
- Demais Variáveis: DATASUS/Ministério da Saúde.

Dessa forma, as variáveis utilizadas para obtenção dos modelos foram:

- IFDM\_EDUC: Média dos IFDMs de 2015 relacionados com a educação dos municípios integrantes de uma microrregião;
- IFDM\_RENDA: Média dos IFDMs de 2015 relacionados com fatores de emprego e renda dos municípios integrantes de uma microrregião;
- IFDM\_SAUDE: Média dos IFDMs de 2015 relacionados com fatores de saúde dos municípios integrantes de uma microrregião;
- IFDM\_GERAL: Média das ponderações entre os IFDMs descritos anteriormente para os municípios integrantes de uma microrregião;
- TERRITORIO: Área total da microrregião;

- NoMun: Quantidade de municípios na microrregião;
- POPULACAO: População total da microrregião em 2015;
- ATT: Quantidade de óbitos por Acidentes de Transporte Terrestre na microrregião em 2015;
- ATTesc: Quantidade de óbitos por Acidentes de Transporte Terrestre na microrregião em 2015 de indivíduos com nenhum ou até 3 anos de estudo;
- MascATT: Variável dicotômica, assumindo valor 1 se a microrregião faz parte de um estado cuja sua região semiárida apresentou Taxa Bruta de Mortalidade Padronizada por Acidentes de Transporte Terrestre masculina superior à apresentada pelo Semiárido brasileiro no geral, e 0 caso contrário;
- AGRESSOES: Quantidade de óbitos por Agressões na microrregião em 2015;
- AgrPP: Quantidade de óbitos de indivíduos Pretos ou Pardos na microrregião em 2015;
- Agr15a39: Quantidade de óbitos de indivíduos em idades entre 15 e 39 anos de idade na microrregião em 2015;
- PresPvgs: Variável do tipo fator, com os níveis: **1** - se o número médio de presos por vaga do estado cuja a microrregião faz parte estava entre 1 e 2 em 2016; **2** - se o número médio de presos por vaga do estado cuja a microrregião faz parte estava entre 2 e 3 em 2016; **3** - se o número médio de presos por vaga do estado cuja a microrregião faz parte foi maior que 3 em 2016.

### **3.6.2 Classificadores Binários**

A classificação binária pode ser definida como a tarefa de classificar elementos de um dado conjunto em dois grupos (A e B), com isso, estabelecendo esses elementos como pertencentes a um grupo ou a outro, onde essa decisão acontece seguindo um critério de classificação.

Seja  $y$  uma variável binária,  $h(x)$  uma função superfície de resposta que se relaciona com  $y$  e  $t$  um limiar de decisão, então:

$$\hat{y} = \begin{cases} 1, & \text{se } h(x) > t; \\ 0, & \text{caso contrário.} \end{cases}$$

### 3.6.2.1 Curva ROC

Em Machine Learning, quando se trata de problemas de classificação, pode-se utilizar a curva ROC (Receiver Operation Characteristics) como ferramenta auxiliar. É uma das métricas de avaliação mais importantes para a checagem de performance de qualquer modelo de classificação. Sua formulação baseia-se na verificação da área abaixo da curva obtida, avaliando a performance do modelo para diferentes pontos de corte, ou seja, indicando a capacidade do modelo de distinguir classe. Quanto maior for valor da área sob a curva, maior é a capacidade do modelo em decidir classificar os zeros como zeros, e os uns como uns (TOWARDS DATA SCIENCE, 2018).

### 3.6.2.2 Modelo Logístico

O modelo logístico simples (binário) tem a finalidade de determinar a probabilidade de determinada classe ou evento existir, ou seja, em termos matemáticos, o modelo trabalha com uma variável dependente do tipo binária definida por uma função indicadora (dois níveis). Com base nisso, é explicado por McCullagh e Nelder (1983) que o modelo logístico binário encontra-se na classe dos modelos lineares generalizados, onde a variável resposta  $y$  está ligada a distribuição de probabilidade binomial e a função de ligação usada para mapear o intervalo das unidades é do tipo logit. Dessa forma:

$$p(X) = P(Y = 1|X)$$

Assumindo a Regressão Logística, tem-se que:

$$p(X) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 X)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 X)}$$

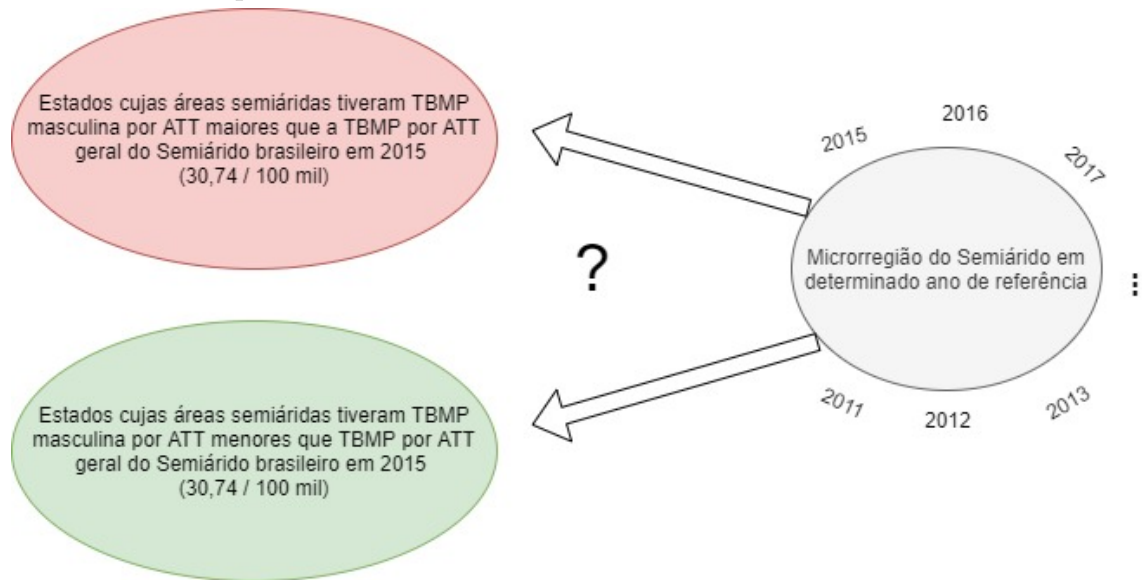
Onde  $p(X)$  sempre assume valores entre 0 e 1. Então, aplicando a transformação logit em  $p(X)$ , resulta-se a expressão:

$$\log \left( \frac{p(X)}{1 - p(X)} \right) = \beta_0 + \beta_1 X$$

Por se tratarem de modelos classificatórios, utilizou-se o princípio dos métodos de Machine Learning para suas consolidações. Os modelos propostos com base nas diretrizes do Machine Learning têm como objetivo a determinação de classes através do reconhecimento de padrões, formulando-se em uma abordagem distinta da abordagem probabilística dos modelos clássicos de regressão (STATISTICAL THINKING, 2019).

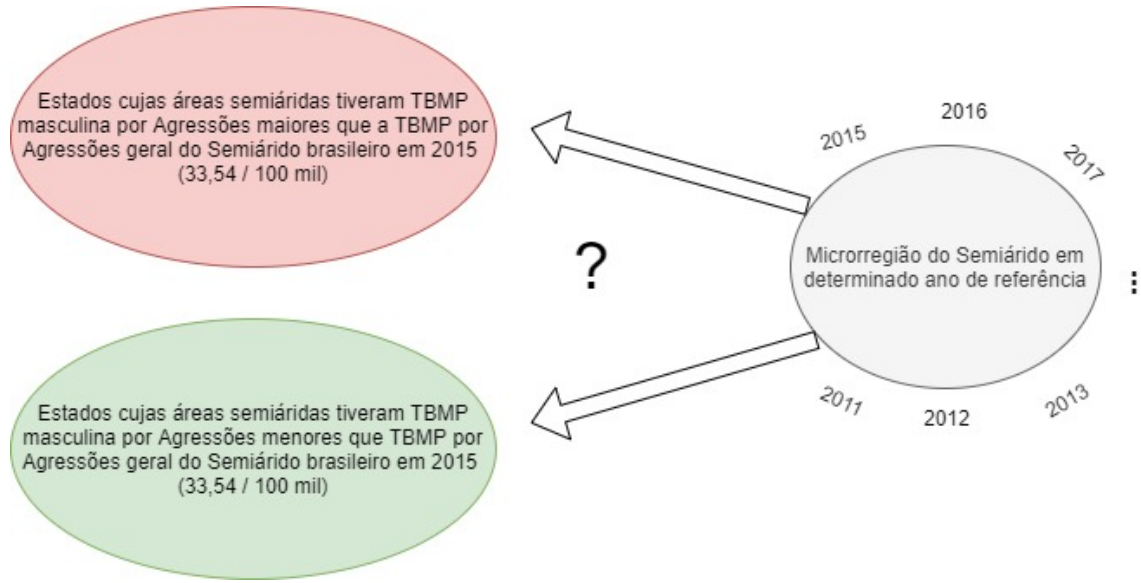
As ideias de formulação dos modelos de classificação estão ilustrados nas Figuras 2 e 3

Figura 2: Diagrama de proposição do modelo de classificação logístico para dados de Acidentes de Transporte Terrestre do Semiárido brasileiro



Fonte: Elaboração própria; Draw.io (2020)

Figura 3: Diagrama de proposição do modelo de classificação logística para dados de Agressões do Semiárido brasileiro



Fonte: Elaboração própria; Draw.io (2020)

Sendo assim, com os dados disponíveis decidiu-se com base no poder classificatório, os seguintes modelos para as causas de óbitos:

Para os dados de ATT, a formulação do modelo logístico inicial se deu da seguinte forma:

$$\begin{aligned} Masc\hat{ATT} = & \beta_0 + \beta_1 IFDM\_GERAL + \beta_2 IFDM\_EDUC + \beta_3 IFDM\_RENDA \\ & + \beta_4 IFDM\_SAUDE + \beta_5 TERRITORIO + \beta_6 NoMUN \quad (3.2) \\ & + \beta_7 POPULACAO + \beta_8 ATT + \beta_9 ATTesc \end{aligned}$$

Após a aplicação do processo de seleção de variáveis em (3.2), o modelo final encontrado a 5% de significância, foi dado por:

$$\begin{aligned} Masc\hat{ATT} = & \beta_0 + \beta_1 TERRITORIO + \beta_2 NoMUN \\ & + \beta_3 POPULACAO + \beta_4 ATT + \beta_5 ATTesc \end{aligned} \quad (3.3)$$

Com o interesse de classificar dados com relação as Agressões, com as variáveis disponíveis, a formulação do modelo se deu da seguinte forma (Sem seleção de variáveis):

$$\begin{aligned} MascAgr = \beta_0 + \beta_1 IFDM\_SAUDE + \beta_2 IFDM\_EDUC + \beta_3 TERRITORIO \\ + \beta_4 NoMun + \beta_5 AGRESSOES + \beta_6 AgrPP \quad (3.4) \\ + \beta_7 PresPvgs + \beta_8 Agr15a39 \end{aligned}$$

As medidas de avaliação da precisão dos modelos foram a Acurácia e o F1-Escore. Tais medidas foram obtidas da seguinte maneira:

$$Acurácia = \frac{VP + VN}{VP + FP + FN + VN}$$

Seja

$$Precisão = \frac{VP}{VP + FP}$$

e

$$Recall = \frac{VP}{VP + FN}$$

Então

$$F1\_score = 2 \times \frac{Precisão \times Recall}{Precisão + Recall}$$

onde,

**VP** = Verdadeiros Positivos. Valores que são classificados como 1 corretamente;

**VN** = Verdadeiros Negativos. Valores que são classificados como 0 corretamente;

**FP** = Falsos Positivo. Valores que são classificados como 1 incorretamente;

**FN** = Falsos Negativos. Valores que são classificados como 0 incorretamente.



### 3.6.2.3 Validação Cruzada K-fold

Segundo Ferreira (2018), o procedimento de validação cruzada K-fold baseia-se na ideia de treinamento e teste, onde particiona-se o conjunto de padrões de forma aleatória, em dois grupos mutuamente excludentes (conjunto de treinamento e conjunto de teste).

O princípio por trás do método consiste em utilizar uma regra de classificação no conjunto de treinamento, e avaliar seu desempenho no conjunto de teste quando não se há uma amostra de padrões suficientemente grande. Nessa situação, a Validação Cruzada K-fold particiona a amostra em K partes de tamanho aproximadamente iguais, onde para a k-ésima parte, constroi-se o classificador utilizando as outras  $K - 1$  partes e calcula-se a taxa de erro do classificador construído quando prediz-se a k-ésima parte.

Matematicamente, suponha a partição da amostra em K partes de tamanhos aproximadamente iguais. Seja  $k(i)$  a parte contendo a observação i. Denota-se por  $F^{-k(i)}$  o classificador construído com a k-ésima parte da amostra (n) removida. Então, o estimador Validação Cruzada da taxa de erro é dado por:

$$VC = \frac{\sum_{i=1}^n L(y_i, F^{-k(i)}(x_i))}{n}$$

## 4 Resultados e Discussões

### 4.1 Cenário Geral da Mortalidade

#### 4.1.1 *Mortalidade Proporcional*

A mortalidade proporcional é uma medida de grande importância na quantificação geral dos óbitos, indicando a distribuição desses considerando variáveis de interesse. Apesar de se tratar de uma medida simples, consegue expressar resumidamente os padrões que a mortalidade vem exercendo dentro de uma população.

A Tabela 3 mostra que existiu uma grande discrepância no número de óbitos ao considerar a distribuição por sexos no Semiárido brasileiro em 2015, tanto para os ATT (Acidentes de Transporte Terrestre) quanto para as Agressões, havendo nessa última, uma diferença ainda mais acentuada.

Os resultados obtidos considerando os ATT foram similares aos encontrados por Andrade (2013), onde, em termos de Brasil, a mortalidade proporcional por ATT, considerando as faixas etárias, atingiu seu pico nas idades entre 20 e 29 anos. Naquela ocasião, cerca de 44% dos óbitos se encontravam nas idades entre 20 e 39 anos, o que é cerca de 2% menor que a proporção encontrada no Semiárido brasileiro em 2015 para a mesma faixa de idades.

As Agressões contabilizaram 890 óbitos a mais que os ATT, e a sua distribuição de mortes foi ainda mais concentrada na faixa etária de 20 a 39 anos, totalizando 65,4% dos óbitos, ou seja, cerca de 19% maior em comparação com os ATT.

Para os homens, corresponderam a 92,5% dos óbitos totais por Agressões, podendo-se alegar que os jovens e adultos do sexo masculino foram as principais vítimas de violência, estando esses mais expostos aos fatores ligados aos homicídios, como as drogas e o tráfico. Esse padrão de mortalidade é visto na grande maioria dos países. Segundo dados do relatório divulgado pelo Escritório das Nações Unidas sobre Drogas e Crime (2013), 78,7%

das vítimas de homicídios no mundo eram do sexo masculino, sendo que cerca 96% dos homicídios foram causados também por homens.

Tabela 3: Distribuição da Mortalidade Proporcional por Acidentes de Transporte Terrestre e Agressões dos residentes do Semiárido brasileiro considerando sexo e faixa etária - 2015

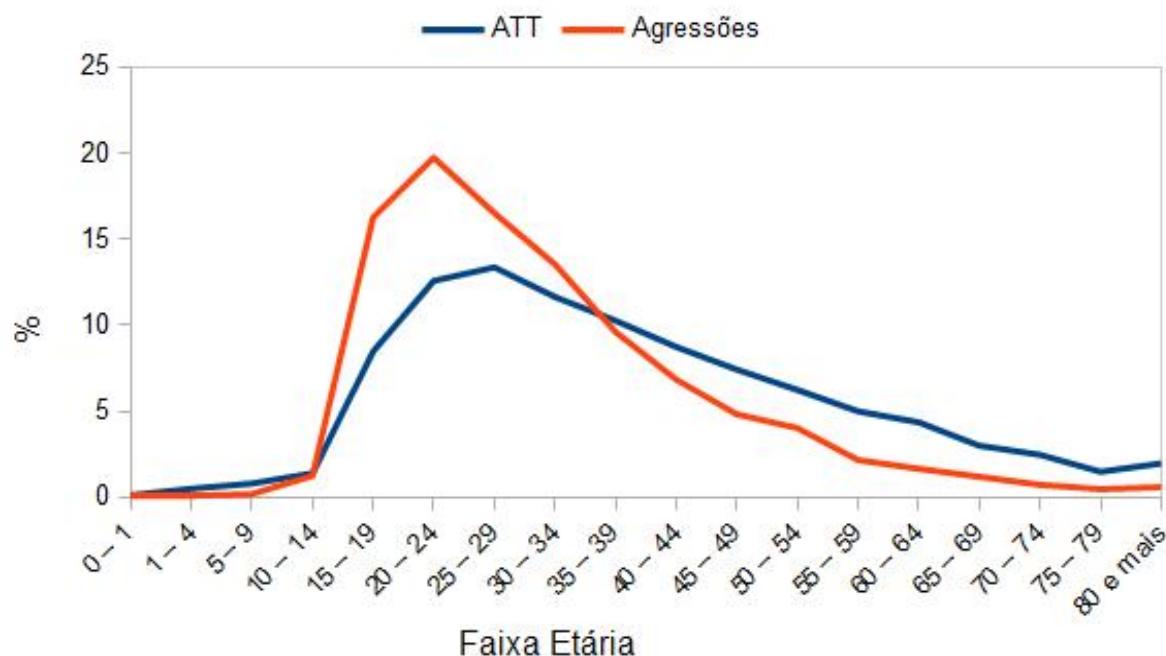
ATT	Óbitos	Mortalidade Proporcional (%)	Agressões	Óbitos	Mortalidade Proporcional (%)
<b>Sexo</b>			<b>Sexo</b>		
Masculino	6611	85,11	Masculino	8006	92,47
Feminino	1157	14,89	Feminino	652	7,53
<b>Faixa Etária</b>			<b>Faixa Etária</b>		
0 – 1	16	0,21	0 – 1	13	0,17
1 – 4	60	0,77	1 – 4	26	0,33
5 – 9	86	1,11	5 – 9	26	0,33
10 – 14	135	1,74	10 – 14	122	1,57
15 – 19	674	8,68	15 – 19	1384	17,82
20 – 24	953	12,27	20 – 24	1660	21,37
25 – 29	986	12,69	25 – 29	1411	18,16
30 – 34	866	11,15	30 – 34	1176	15,14
35 – 39	776	9,99	35 – 39	834	10,74
40 – 44	655	8,43	40 – 44	603	7,76
45 – 49	559	7,20	45 – 49	420	5,41
50 – 54	480	6,18	50 – 54	344	4,43
55 – 59	390	5,02	55 – 59	193	2,48
60 – 64	339	4,36	60 – 64	147	1,89
65 – 69	254	3,27	65 – 69	106	1,36
70 – 74	209	2,69	70 – 74	71	0,91
75 – 79	141	1,82	75 – 79	50	0,64
80 +	189	2,43	80 +	72	0,93
<b>Total</b>	<b>7768</b>	<b>100</b>	<b>Total</b>	<b>8658</b>	<b>100</b>

Fonte: Ministério da Saúde, 2015; LED-UFPB, 2019

As Figura 4 e 5 mostram que ao considerar o comportamento da mortalidade proporcional por sexos para o Semiárido brasileiro, observou-se diferenças notáveis nas curvas para ambas as causas de óbitos. No caso dos homens, a mortalidade por Agressões teve sua maior proporção entre as idades de 15 a 29 anos, atingindo cerca de 20% dos casos na faixa de 20 a 24 anos, decrescendo acentuadamente nas faixas de idade seguintes. Um comportamento similar foi verificado com relação aos óbitos por ATT, entretanto, uma maior dispersão de proporção pôde ser notada em comparação com a curva da mortalidade por Agressões, sendo 13,37% a proporção máxima de óbitos para uma faixa etária

quiquenal para os ATT.

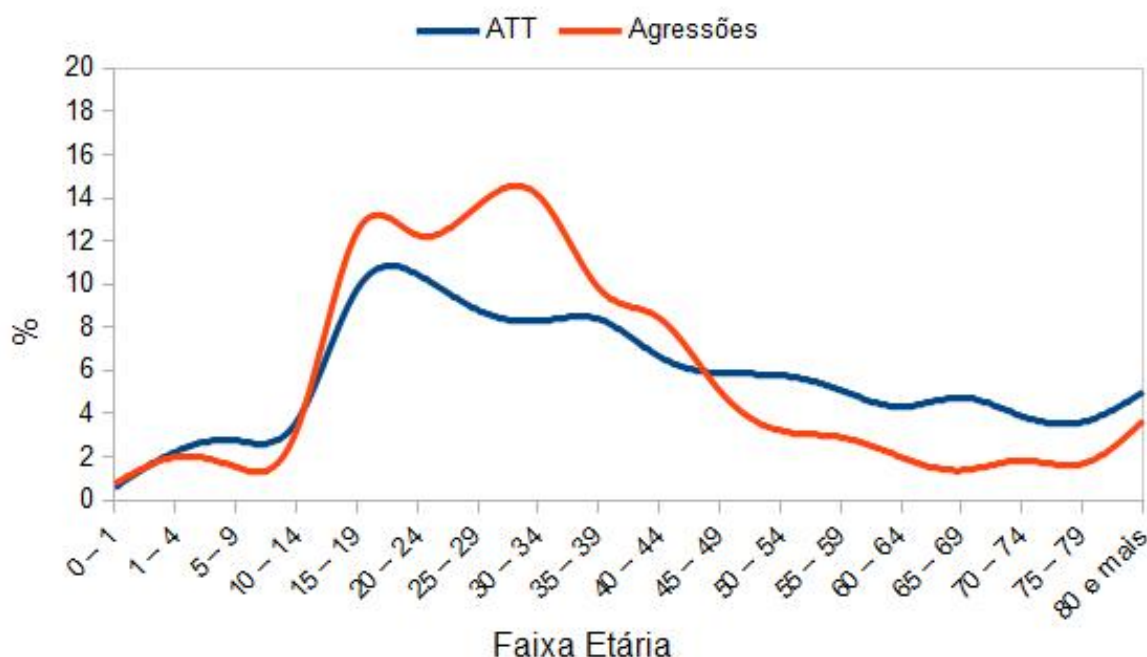
Figura 4: Curvas de Mortalidade Proporcional dos residentes do sexo masculino do Semiárido brasileiro por Acidentes de Transporte Terrestre e Agressões, considerando faixas etárias - 2015



Fonte: Ministério da Saúde, 2015; LED-UFPB, 2019

Os padrões de mortalidade do sexo feminino resultaram em curvas significativamente mais irregulares em comparação com as do sexo masculino, como mostra a Figura 5, embora mantida a tendência de maiores proporções de óbitos nas idades centrais, com a faixa de 15 a 34 anos acumulando cerca de 37% dos óbitos por ATT e 52% dos óbitos por Agressões.

Figura 5: Curvas de Mortalidade Proporcional dos residentes do sexo feminino do Semiárido brasileiro por Acidentes de Transporte Terrestre e Agressões, considerando faixas etárias - 2015



Fonte: Ministério da Saúde, 2015; LED-UFPB, 2019

No geral, a proporção de óbitos de idosos (60 anos ou mais) do sexo feminino foi maior que a do sexo masculino, respeitando os seus respectivos quantitativos de óbitos totais. As mulheres apresentaram mortalidades proporcionais médias de 4,32% para os ATT e 2,12% para as Agressões nos últimos cinco intervalos etários. Já com relação aos homens, esses números foram 2,67% para os ATT e 0,94% para as Agressões, nos mesmos intervalos finais. É sabido que o número de idosos do sexo feminino é maior que o do masculino, tal fato exerce impacto sobre a mortalidade desse subgrupo.

#### 4.1.2 Taxas de Mortalidade

##### 4.1.2.1 Acidentes de Transporte Terrestre

As taxas de mortalidade são indicadores importantes e que mostram o impacto global dos óbitos sobre uma população. Para verificação geral do peso da mortalidade, foram calculadas Taxas Brutas de Mortalidade (TBMs) e Taxas Brutas de Mortalidade

Padronizadas (TBMPs) por sexo para as áreas de delimitação do Semiárido brasileiro.

Segundo o Relatório de Status Global sobre Segurança Rodoviária da Organização Mundial da Saúde (2018), a taxa de mortalidade mundial derivada do tráfego foi de 18,2 por 100 mil habitantes em 2016. Os resultados da Tabela 4 mostraram que as taxas de mortalidade por ATT na região do Semiárido brasileiro para o sexo masculino foram superiores a 18 por 100 mil habitantes em todos os estados, dessa forma, aumentando a TM geral por ATT da região, que foi de 30,70 mortes para cada 100 mil habitantes.

Tabela 4: Taxas de Mortalidade por Acidentes de Transporte Terrestre da população residente do Semiárido brasileiro - 2015, por estado e sexo

Alagoas				Bahia			Ceará		
	Masculino	Feminino	Total	Masculino	Feminino	Total	Masculino	Feminino	Total
<b>TBM</b>	31,93	4,40	36,32	20,15	3,37	23,52	30,58	5,30	35,88
<b>TBMP</b>	34,61	4,66	39,27	20,94	3,47	24,40	31,94	5,39	37,33
Minas Gerais				Paraíba			Pernambuco		
	Masculino	Feminino	Total	Masculino	Feminino	Total	Masculino	Feminino	Total
<b>TBM</b>	18,48	4,18	22,66	26,57	4,56	31,14	23,27	4,32	27,59
<b>TBMP</b>	19,08	4,18	23,26	27,42	4,63	32,05	24,69	4,52	29,21
Piauí				Rio Grande do Norte			Sergipe		
	Masculino	Feminino	Total	Masculino	Feminino	Total	Masculino	Feminino	Total
<b>TBM</b>	35,39	5,88	41,27	20,21	3,91	24,12	29,67	6,15	35,81
<b>TBMP</b>	36,70	6,16	42,86	20,92	3,99	24,91	31,30	6,34	37,63

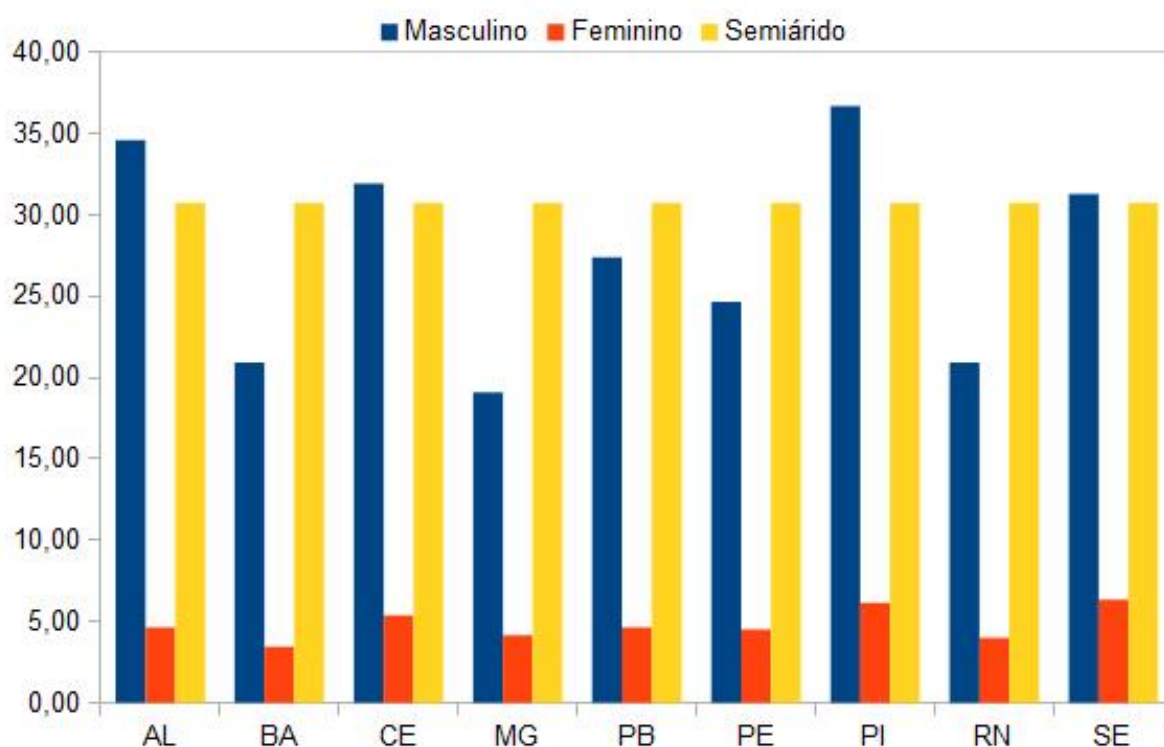
Fonte: Ministério da Saúde, 2015; LED-UFPB, 2019

Ao considerar o sexo masculino, para os ATT, as maiores taxas brutas de mortalidade padronizadas do Semiárido brasileiro em 2015 foram para os residentes do Piauí, Alagoas, Ceará e Sergipe, respectivamente. As regiões semiáridas desses quatro estados tiveram taxas de mortalidade maiores que a do Semiárido brasileiro (Geral - 30,74 por 100 mil habitantes), com o Piauí resultando em 36,70 mortes por 100 mil habitantes, seguido de Alagoas com 34,61, Ceará e Sergipe, com 31,94 e 31,30 respectivamente.

As TBMP por ATT dos residentes do sexo feminino foram extremamente inferiores às do sexo masculino (como se espera) e com a excessão dos Semiáridos baiano, potiguar, mineiro e pernambucano, todos os demais apresentaram TBMP superiores a do Semiárido brasileiro (sexo feminino - 4,53 por 100 mil habitantes), tendo os Semiáridos sergipano, piauiense, cearense e alagoano como os mais perigosos para as mulheres, com taxas de mortalidade por 100 mil habitantes de 6,34, 6,16, 5,39 e 4,66 respectivamente.

Observando a Figura 6, verificamos que as mulheres não só apresentaram taxas de mortalidade por ATT (por 100 mil habitantes) muito inferiores às do homens, como também que essas taxas variaram menos entre os estados.

Figura 6: Taxas de Mortalidade por Acidentes de Transporte Terrestre dos residentes do Semiárido brasileiro - 2015



Fonte: Ministério da Saúde, 2015; LED-UFPB, 2019

Em sua pesquisa, Silva (2009) verificou que, considerando os anos 1991 e 2000, a taxa de mortalidade por ATT dos homens da região Nordeste caiu de 34,63 para 32,72 óbitos por 100 mil habitantes, enquanto que a das mulheres foi de 7,94 para 6,03 óbitos por 100 mil habitantes. Segundos dados do Ministério da Saúde (2020), a região Nordeste contabilizou 12.337 óbitos por ATT em 2015, dessa forma, estimou-se que cerca de 63% desses ocorreram em áreas do Semiárido. Esses resultados indicam que a mortalidade por ATT do Semiárido impacta significativamente os números do Nordeste, sugerindo uma estratégia de ação para buscar diminuições gerais mais abrangentes para esse região.

#### 4.1.2.2 Agressões

Ao considerar as Agressões, segundo dados do Atlas da Violência (2019), o Nordeste brasileiro é a região com maior crescimento nas taxas de homicídios desde 2007, atingindo cerca de 49 óbitos por 100 mil habitantes em 2017. A principal razão pelos números de 2016 e 2017 é atribuída por Manso e Dias (2018) à deflagração da guerra de facções criminosas ocorrida entre junho e julho de 2016.

Sabendo que as estatísticas de mortalidade do Nordeste estão diretamente ligadas com o que ocorre no Semiárido brasileiro, pode-se observar na Tabela 5 as taxas de mortalidade por Agressões no Semiárido do Brasil em 2015.

As áreas Semiáridos alagoana e sergipana foram as mais perigosas para os homens, com 51,86 e 47,71 óbitos por 100 mil habitantes respectivamente, ou seja, entre 10 e 14 mortes a mais que o Semiárido potiguar (terceiro mais perigoso), e entre 27 e 31 mortes a mais que o Semiárido mineiro, que é o de menores taxa de mortalidade por Agressões. Com relação às mulheres, o Semiárido sergipano foi o único que apresentou taxa de mortalidade por Agressões em torno dos 4 óbitos por 100 mil habitantes (3,99), e diferente do caso masculino, o Semiárido baiano foi o de menor taxa de mortalidade por Agressões, com 2,07 óbitos por 100 mil habitantes.

Tabela 5: Taxas de Mortalidade por Agressões da população residente do Semiárido brasileiro - 2015, por estado e sexo

Alagoas				Bahia			Ceará		
	Masculino	Feminino	Total	Masculino	Feminino	Total	Masculino	Feminino	Total
<b>TBM</b>	49,51	2,51	52,03	25,08	2,05	27,13	36,35	2,84	39,19
<b>TBMP</b>	51,86	2,59	54,46	25,42	2,07	27,49	36,97	2,85	39,82
Minas Gerais				Paraíba			Pernambuco		
	Masculino	Feminino	Total	Masculino	Feminino	Total	Masculino	Feminino	Total
<b>TBM</b>	20,23	2,56	22,79	26,98	2,22	29,20	31,12	2,34	33,46
<b>TBMP</b>	20,67	2,66	23,33	27,83	2,25	30,08	32,08	2,41	34,49
Piauí				Rio Grande do Norte			Sergipe		
	Masculino	Feminino	Total	Masculino	Feminino	Total	Masculino	Feminino	Total
<b>TBM</b>	26,67	2,85	29,52	37,10	2,96	40,06	46,62	3,81	50,44
<b>TBMP</b>	26,82	2,90	29,71	37,71	3,03	40,74	47,71	3,99	51,71

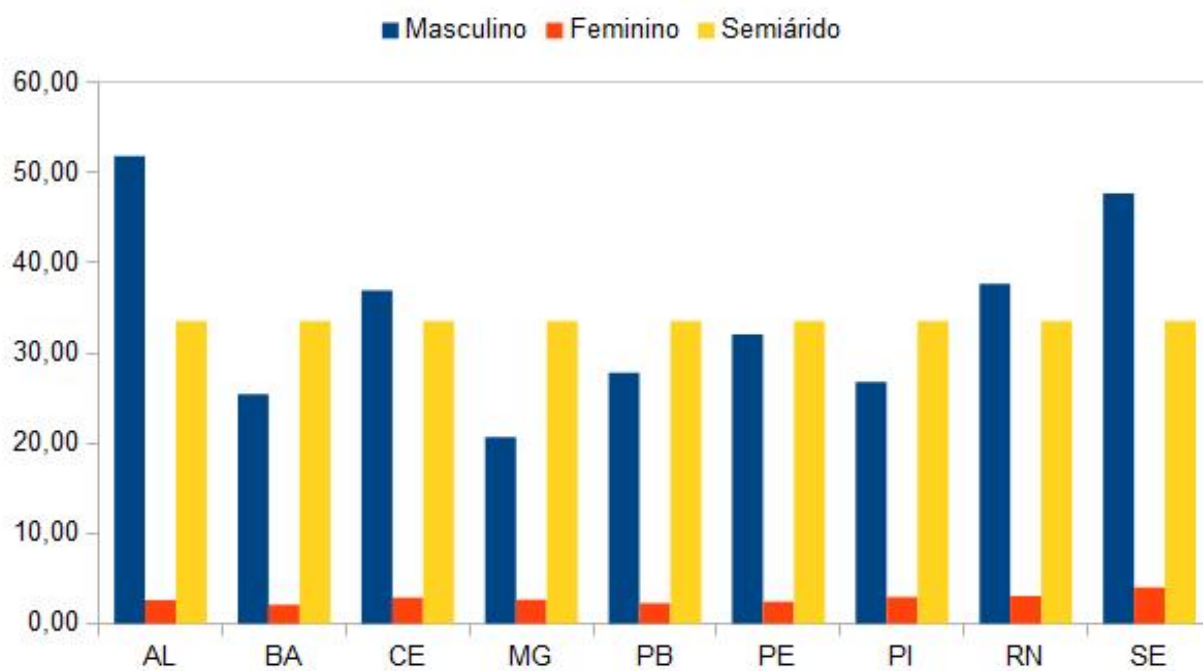
Fonte: Ministério da Saúde, 2015; LED-UFPB, 2019



Como visto na Tabela 5, com exceção do Semiárido piauiense, todos os demais tiveram taxas de mortalidade masculina por Agressões maiores, ao comparar com os números derivados dos ATT. A conclusão se inverte para o caso das mulheres, onde todas as taxas de mortalidade por Agressões foram inferiores às por ATT.

Pode-se ver na Figura 7 que as taxas de mortalidade por Agressões apresentaram comportamentos similares às vista para os ATT, com as estatísticas femininas apresentando variações ainda menores em comparação aos ATT. Considerando os resultados dos homens, chamaram atenção os Semiáridos alagoano e sergipano, apresentando taxas (por 100 mil habitantes) cerca de 55% maiores que a taxa geral do Semiárido brasileiro, o que destacou ambos negativamente ao avaliar de maneira conjunta, as causas externas consideradas.

Figura 7: Taxas de Mortalidade por Agressões dos residentes do Semiárido brasileiro - 2015



Fonte: Ministério da Saúde, 2015; LED-UFPB, 2019

## 4.2 Tábuas de Vida

As tábuas de vida são ferramentas de extrema importância para o planejamento em diversas áreas, destacando-se a saúde por exemplo. Os resultados fornecidos por essas tábuas auxiliam no entendimento da dinâmica demográfica e exercem papel importante na tomada de decisões ligadas aos diversos setores da sociedade.

Observando os resultados das Tabelas 6 e 7, verificou-se (como esperado) superioridade nas expectativas de vida em favor das mulheres, com tal fato ocorrendo para todas as faixas etárias consideradas. Em 2015, no Semiárido brasileiro, a expectativa de vida ao nascer de um indivíduo do sexo masculino foi de 68,01 anos, em média, cerca de 7 anos menos que um indivíduo do sexo feminino, que apresentou expectativa de vida ao nascer de 75,17 anos. Essa disparidade pode ser vista na Figura 8.

Ao comparar os resultados da Tabelas 6 e 7 com os resultados encontrados por Gouveia (2007) em sua pesquisa, verificou-se que a expectativas de vida da população masculina do Semiárido em 2015, foi 3,98 anos maior que a obtida para a população masculina do Nordeste em 2000, enquanto que para as mulheres esse número foi de 3,33 anos.

Segundo os resultados do IBGE (2015), em 2014 a expectativa de vida do homem e da mulher brasileira foi de 71,60 e 78,8 anos, respectivamente, ou seja cerca de 3 a 3,5 anos maior que as expectativa de vida dos residentes do Semiárido em 2015. Isso mostra que os resultados de expectativa de vida obtidos para âmbito nacional não podem ser generalizados como referência para todas as subpopulações do país.

Com base nos resultados obtidos por Paes (2018), pôde-se constatar um aumento de 1,1 ano na expectativa de vida dos homens do Semiárido brasileiro de 2010 a 2015. Para as mulheres, esse aumento foi de 1.26 anos. Com isso, tem-se o indicativo de melhoras importantes na qualidade de vida da população brasileira, mesmo em áreas de maiores vulnerabilidades sociais.

Tabela 6: Tábua de Vida da população masculina residente do Semiárido brasileiro - 2015

<b>Idade</b>	${}_nP_x$	${}_nD_x$	${}_nq_x$	$l_x$	${}_nd_x$	${}_nL_x$	$T_x$	$e_x$
0 - 1	206794	5716	0,0138433	100000	1384	99585	6801351	68,01
1 - 4	855777	714	0,0033437	98616	330	393935	6701516	67,97
5 - 9	1184769	438	0,0018468	98286	182	490976	6309128	64,19
10 - 14	1256287	696	0,0027662	98105	271	489844	5818153	59,31
15 - 19	1195861	3280	0,0136206	97834	1333	485834	5328309	54,46
20 - 24	1141950	4239	0,0183897	96501	1775	478066	4842475	50,18
25 - 29	1116320	4298	0,0190672	94726	1806	469114	4364409	46,07
30 - 34	1126239	4502	0,0197891	92920	1839	460002	3895295	41,92
35 - 39	966892	4695	0,0239876	91081	2185	449943	3435294	37,72
40 - 44	812540	4859	0,0294596	88897	2619	437933	2985351	33,58
45 - 49	738130	5687	0,0377950	86278	3261	423234	2547418	29,53
50 - 54	637171	6315	0,0483568	83017	4014	405046	2124183	25,59
55 - 59	491845	6821	0,0670174	79002	5295	381774	1719137	21,76
60 - 64	402060	7747	0,0919138	73708	6775	351601	1337364	18,14
65 - 69	334415	9043	0,1266447	66933	8477	313472	985763	14,73
70 - 74	244032	10158	0,1885112	58457	11020	264731	672291	11,50
75 - 79	168545	11120	0,2831750	47437	13433	203600	407560	8,59
80 +	180347	30067	1,0000000	34004	34004	203960	203960	6,00

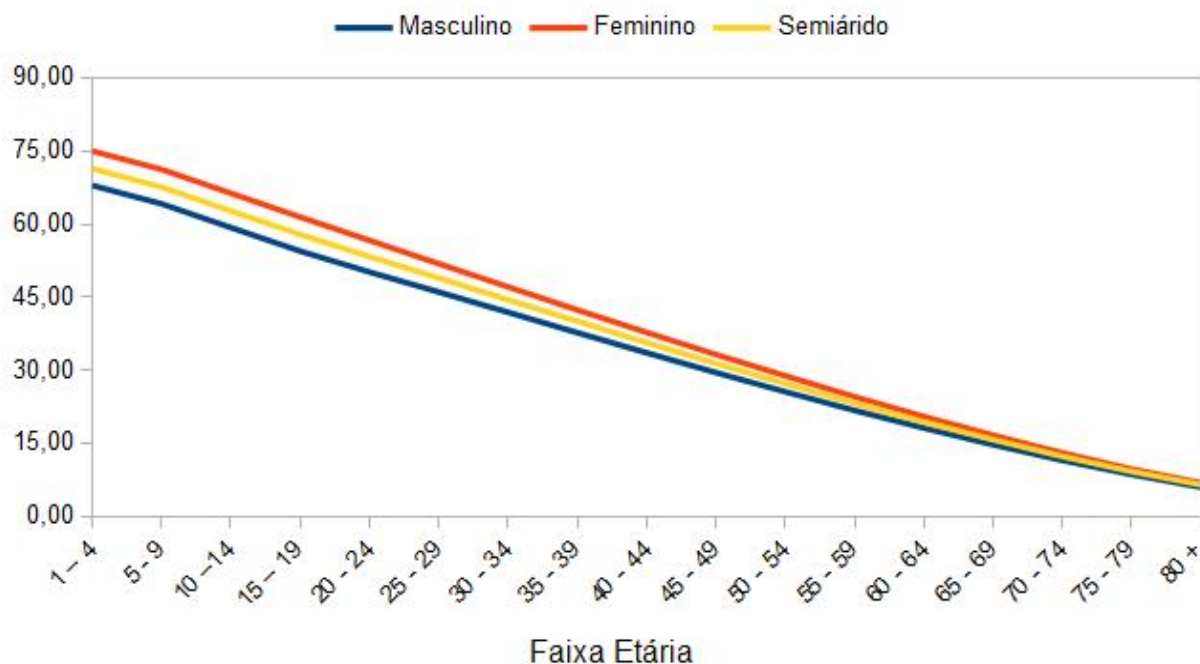
Fonte: Ministério da Saúde, 2015; LED-UFPB, 2019

Tabela 7: Tábua de Vida da população feminina residente do Semiárido brasileiro - 2015

Idade	${}_nP_x$	${}_nD_x$	${}_nq_x$	$l_x$	${}_nd_x$	${}_nL_x$	$T_x$	$e_x$
0 - 1	197648	4423	0,0112036	100000	1121	99664	7517274	75,17
1 - 4	812977	617	0,0030403	98880	301	395038	7417404	75,01
5 - 9	1131203	353	0,0015591	98580	154	492511	7023675	71,25
10 - 14	1206788	428	0,0017717	98426	175	491691	6531164	66,36
15 - 19	1153878	802	0,0034692	98251	341	490403	6039474	61,47
20 - 24	1127298	878	0,0038867	97911	381	488600	5549071	56,68
25 - 29	1118420	1063	0,0047410	97530	463	486492	5060472	51,89
30 - 34	1120222	1432	0,0063712	97068	619	483790	4573980	47,12
35 - 39	963089	1777	0,0091832	96449	886	480030	4090190	42,41
40 - 44	832865	2167	0,0129252	95564	1236	474728	3610161	37,78
45 - 49	763153	2988	0,0193869	94328	1829	467068	3135434	33,24
50 - 54	663410	3617	0,0268941	92500	2488	456277	2668366	28,85
55 - 59	538781	4427	0,0402565	90012	3624	440999	2212090	24,58
60 - 64	448831	5560	0,0600781	86388	5191	418965	1771092	20,50
65 - 69	384677	7125	0,0885116	81198	7187	388022	1352127	16,65
70 - 74	299655	8923	0,1385720	74011	10256	344415	964105	13,03
75 - 79	225451	11669	0,2291422	63756	14609	282253	619690	9,72
80 +	264135	38470	1,0000000	49147	49147	337438	337438	6,87

Fonte: Ministério da Saúde, 2015; LED-UFPB, 2019

Figura 8: Comparativo das expectativas de vida masculina, feminina e geral do Semiárido brasileiro - 2015



Fonte: Ministério da Saúde, 2015; LED-UFPB, 2019

A expectativa de vida geral do Semiárido brasileiro atuou como uma média entre as expectativas de vida masculina e feminina. O crescimento dessa média é comprometido principalmente pelas expectativas de vida do sexo masculino, uma vez que os homens são as principais vítimas das causas de morte consideradas como reduzíveis, como as causas externas.

Como visto na Tabela 3, cerca de 85% dos óbitos por ATT são de homens, enquanto que em termos de Agressões, esse número chega a cerca de 92%. Além disso, a mortalidade proporcional mostrou que a maioria dos óbitos por ambas as causas estava concentrada nas idades entre 15 e 39 anos, esse cenário exerce grande influência na disparidade evidente entre as expectativas de vida dos sexos. A Figura 8 mostrou que tal disparidade diminuiu significativamente para as idades mais avançadas.

### 4.2.1 Tábuas de Vida de Múltiplo Decremento

#### 4.2.1.1 Eliminação de Causa - Acidentes de Transporte Terrestre

Ao recorrer às Tábuas de Vida de Múltiplo Decremento, obtém-se a possibilidade de verificar eventuais cenários de decréscimo da mortalidade por determinadas causas. Esta utilidade permite idealizar e planejar a estrutura social considerando cenários de avanço na redução nos números de óbitos. A eliminação parcial de 50% dos óbitos por ATT apresentada nas Tabelas 8 e 9 mostram os ganhos nas expectativas de vida de ambos os sexos caso o item 3.6 do terceiro Objetivo de Desenvolvimento Sustentável da ONU (2020) tivesse sido alcançado no Semiárido brasileiro em 2015.

Tabela 8: Tábua de vida de múltiplo decremento, com a eliminação parcial de 50% dos óbitos por Acidentes de Transporte Terrestre para os residentes do sexo masculino do Semiárido brasileiro - 2015

Idade	${}_nq_x$	$l_x$	${}_nd_x$	${}_nL_x$	$T_x$	$e_x$
0 - 1	0,0275301	100000	2754	99877	6914948	69,15
1 - 4	0,0030131	97247	294	387053	6815072	70,08
5 - 9	0,0014170	96954	138	484427	6428019	66,30
10 - 14	0,0020913	96817	203	483577	5943593	61,39
15 - 19	0,0093883	96615	908	480803	5460016	56,51
20 - 24	0,0118737	95708	1137	475695	4979213	52,03
25 - 29	0,0119721	94571	1133	470023	4503519	47,62
30 - 34	0,0136468	93439	1276	464005	4033496	43,17
35 - 39	0,0177441	92164	1636	456729	3569491	38,73
40 - 44	0,0231497	90528	2096	447401	3112763	34,38
45 - 49	0,0319362	88433	2825	435101	2665362	30,14
50 - 54	0,0427152	85609	3657	418899	2230261	26,05
55 - 59	0,0612866	81952	5023	397201	1811363	22,10
60 - 64	0,0859012	76929	6609	368124	1414163	18,38
65 - 69	0,1218666	70321	8570	330179	1046039	14,88
70 - 74	0,1835280	61751	11334	280422	715861	11,59
75 - 79	0,2792992	50418	14082	216885	435439	8,64
80 +	1,0000000	36337	36337	218554	218554	6,01

Fonte: Ministério da Saúde, 2015; LED-UFPB, 2019

Ao remover parcialmente a metade dos óbitos por ATT, o modelo entregou ganhos importantes para o sexo masculino em todas as faixas consideradas, com a expectativa de vida ao nascer aumentando em 1,14 ano, já para o sexo feminino, os ganhos ocorreram a partir da faixa de 1 aos 4 anos, mas em menor escala.

Tabela 9: Tábua de vida de Múltiplo Decremento, com a eliminação parcial de 50% dos óbitos por Acidentes de Transporte Terrestre para os residentes do sexo feminino do Semiárido brasileiro - 2015

Idade	${}_nq_x$	$l_x$	${}_nd_x$	${}_nL_x$	$T_x$	$e_x$
0 - 1	0,0222864	100000	2229	99882	7477362	74,77
1 - 4	0,0027677	97771	271	389438	7377480	75,46
5 - 9	0,0012810	97501	125	487192	6988042	71,67
10 - 14	0,0014449	97376	141	486528	6500851	66,76
15 - 19	0,0025360	97235	247	485559	6014323	61,85
20 - 24	0,0028700	96989	279	484247	5528764	57,00
25 - 29	0,0038685	96710	375	482616	5044517	52,16
30 - 34	0,0055637	96336	536	480340	4561901	47,35
35 - 39	0,0082362	95800	790	477028	4081561	42,60
40 - 44	0,0120656	95011	1147	472189	3604533	37,94
45 - 49	0,0185577	93865	1742	464969	3132344	33,37
50 - 54	0,0259548	92123	2392	454636	2667375	28,95
55 - 59	0,0392404	89732	3522	439856	2212739	24,66
60 - 64	0,0590928	86211	5095	418317	1772883	20,56
65 - 69	0,0873128	81116	7083	387875	1354566	16,70
70 - 74	0,1373456	74034	10169	344748	966691	13,06
75 - 79	0,2277602	63866	14547	282963	621943	9,74
80 +	1,0000000	49319	49320	338980	338980	6,87

Fonte: Ministério da Saúde, 2015; LED-UFPB, 2019

Já no cenário perfeito de redução de mortalidade pela causa, onde todos os óbitos por ATT foram eliminados, o modelo de Múltiplo Decremento da Tabela 11 para o sexo feminino, entregou contribuições para as expectativas de vida também a partir da faixa etária 1-4 anos ao contrastar com Tábua de Vida geral das mulheres, mas a exemplo do cenário onde se eliminou metade dos óbitos, os acréscimos ocorreram em maiores escalas para o sexo masculino, com um ganho de 1,85 ano na expectativa de vida ao nascer, como mostrado na Tabela 10.

Tabela 10: Tábua de Vida de Múltiplo Decremento, com a eliminação dos óbitos por Acidentes de Transporte Terrestre para os residentes do sexo masculino do Semiárido brasileiro - 2015

Idade	${}_nq_x$	$l_x$	${}_nd_x$	${}_nL_x$	$T_x$	$e_x$
0 - 1	0,0275108	100000	2752	99877	6985676	69,86
1 - 4	0,0029298	97249	285	387115	6885799	70,81
5 - 9	0,0012821	96964	125	484510	6498685	67,02
10 - 14	0,0018847	96840	183	483743	6014176	62,1
15 - 19	0,0079873	96658	773	481356	5530434	57,22
20 - 24	0,0097123	95886	932	477098	5049078	52,66
25 - 29	0,0096104	94954	913	472488	4571981	48,15
30 - 34	0,0116084	94042	1092	467478	4099493	43,59
35 - 39	0,0156744	92950	1457	461106	3632015	39,08
40 - 44	0,0210493	91493	1926	452649	3170910	34,66
45 - 49	0,0300057	89567	2688	441116	2718261	30,35
50 - 54	0,0408569	86880	3550	425523	2277145	26,21
55 - 59	0,0593740	83330	4948	404280	1851622	22,22
60 - 64	0,0839398	78383	6580	375463	1447343	18,47
65 - 69	0,1203356	71803	8641	337413	1071881	14,93
70 - 74	0,1819205	63163	11491	287086	734468	11,63
75 - 79	0,2780461	51672	14368	222442	447383	8,66
80 +	1,0000000	37305	37305	224942	224942	6,03

Fonte: Ministério da Saúde, 2015; LED-UFPB, 2019



Tabela 11: Tábua de Vida de Múltiplo Decremento, com a eliminação dos óbitos por Acidentes de Transporte Terrestre para os residentes do sexo feminino do Semiárido brasileiro - 2015

Idade	${}_nq_x$	$l_x$	${}_nd_x$	${}_nL_x$	$T_x$	$e_x$
0 - 1	0,0222713	100000	2228	99882	7491138	74,91
1 - 4	0,0026994	97773	264	389485	7391256	75,60
5 - 9	0,0011971	97509	117	487253	7001772	71,81
10 - 14	0,0013498	97392	132	486632	6514519	66,89
15 - 19	0,0022421	97261	219	485759	6027886	61,98
20 - 24	0,0025427	97043	247	484597	5542128	57,11
25 - 29	0,0035924	96796	348	483110	5057531	52,25
30 - 34	0,0053063	96448	512	480962	4574421	47,43
35 - 39	0,0079375	95936	762	477778	4093459	42,67
40 - 44	0,0117987	95175	1123	473067	3615681	37,99
45 - 49	0,0182940	94052	1721	465958	3142614	33,41
50 - 54	0,0256610	92331	2370	455734	2676655	28,99
55 - 59	0,0389193	89962	3502	441057	2220921	24,69
60 - 64	0,0587990	86461	5084	419595	1779864	20,59
65 - 69	0,0869442	81377	7076	389197	1360269	16,72
70 - 74	0,1369836	74302	10179	346063	971073	13,07
75 - 79	0,2273421	64124	14579	284173	625009	9,75
80 +	1,0000000	49546	49546	340836	340836	6,88

Fonte: Ministério da Saúde, 2015; LED-UFPB, 2019

Para o cálculo da PEA (População Economicante Ativa), o IBGE considera toda a população ocupada ou desocupada com 16 anos ou mais de idade. A nova previdência social estabelecida na PEC (Proposta de Emenda à Constituição) 6/2019, fixa como idade mínima para aposentadoria de mulheres e homens, 62 e 65 anos respectivamente, ou seja, teoricamente, indivíduos a partir dos 16 anos de idade podem no geral, contribuir ativamente para o sistema previdenciário até os 65 anos.

Com as mulheres recebendo do fundo previdenciário aos 62 anos e os homens aos 65 anos, tem-se um volume crescente de indivíduos não-contribuintes nas faixas etárias mais elevadas, uma vez que a população brasileira vem aumentando sua expectativa de vida. Com base nisso, pode-se verificar nas Tabelas 12 e 13, os ganhos hipotéticos em termos de diferenças absolutas e relativas nas expectativas de vida dos residentes do Semiárido brasileiro em 2015, definindo como as idades economicamente mais relevantes todas a partir dos 15 anos, ao eliminar parcialmente 50% e todos os óbitos por ATT.

Tabela 12: Comparação entre as expectativas de vida real ( $e_x$ ) e hipotética ( $e'_x$ ) dos residentes do Semiárido brasileiro ao eliminar parcialmente, 50% dos óbitos por Acidentes de Transporte Terrestre, para as faixas etárias economicamente mais relevantes - 2015

Idade	Masculino				Feminino			
	$e_x$	$e'_x$	$ e_x - e'_x $	$\frac{ e_x - e'_x }{e_x}$	$e_x$	$e'_x$	$ e_x - e'_x $	$\frac{ e_x - e'_x }{e_x}$
15 - 19	54,46	56,51	2,05	3,76	61,47	61,85	0,38	0,62
20 - 24	50,18	52,03	1,84	3,68	56,68	57,00	0,33	0,58
25 - 29	46,07	47,62	1,55	3,36	51,89	52,16	0,27	0,53
30 - 34	41,92	43,17	1,25	2,97	47,12	47,35	0,23	0,49
35 - 39	37,72	38,73	1,01	2,69	42,41	42,60	0,20	0,46
40 - 44	33,58	34,38	0,80	2,39	37,78	37,94	0,16	0,42
45 - 49	29,53	30,14	0,61	2,08	33,24	33,37	0,13	0,39
50 - 54	25,59	26,05	0,46	1,82	28,85	28,95	0,11	0,37
55 - 59	21,76	22,10	0,34	1,57	24,58	24,66	0,08	0,34
60 - 64	18,14	18,38	0,24	1,31	20,50	20,56	0,06	0,31
65 - 69	14,73	14,88	0,15	1,00	16,65	16,70	0,05	0,28
70 - 74	11,5	11,59	0,09	0,80	13,03	13,06	0,03	0,24
75 - 79	8,59	8,64	0,04	0,52	9,72	9,74	0,02	0,19
80 +	6,00	6,01	0,02	0,28	6,87	6,87	0,01	0,10

Fonte: Ministério da Saúde, 2015; LED-UFPB, 2019

Como visto na Tabela 12, os homens foram os mais beneficiados com a redução hipotética de metade dos óbitos por ATT. Considerando o sexo masculino e as faixas etárias entre 15 - 19 e 35 - 39, as diferenças absolutas foram superiores a 1%, já as diferenças relativas ficaram acima de 2,68%, com a primeira faixa etária apresentando um percentual de ganho relativo igual a 3,76%. Para o caso das mulheres, a maior diferença absoluta foi de 0,38%, resultando em um ganho relativo percentual de 0,62% (faixa de 15 - 19 anos), corroborando os resultados prévios encontrados relacionados ao alcance dessa causa de óbito entre homens e mulheres.

Tabela 13: Comparação entre as expectativas de vida real ( $e_x$ ) e hipotética ( $e'_x$ ) dos residentes do Semiárido brasileiro ao eliminar os óbitos por Acidentes de Transporte Terrestre, para as faixas etárias economicamente mais relevantes - 2015

Idade	Masculino				Feminino			
	$e_x$	$e'_x$	$ e_x - e'_x $	$\frac{ e_x - e'_x }{e_x}$	$e_x$	$e'_x$	$ e_x - e'_x $	$\frac{ e_x - e'_x }{e_x}$
15 - 19	54,46	57,22	2,75	5,06	61,47	61,98	0,51	0,82
20 - 24	50,18	52,66	2,48	4,94	56,68	57,11	0,44	0,77
25 - 29	46,07	48,15	2,08	4,50	51,89	52,25	0,36	0,70
30 - 34	41,92	43,59	1,67	3,99	47,12	47,43	0,31	0,65
35 - 39	37,72	39,08	1,36	3,60	42,41	42,67	0,26	0,61
40 - 44	33,58	34,66	1,08	3,20	37,78	37,99	0,21	0,56
45 - 49	29,53	30,35	0,82	2,79	33,24	33,41	0,17	0,52
50 - 54	25,59	26,21	0,62	2,43	28,85	28,99	0,14	0,49
55 - 59	21,76	22,22	0,46	2,11	24,58	24,69	0,11	0,45
60 - 64	18,14	18,47	0,32	1,77	20,50	20,59	0,08	0,41
65 - 69	14,73	14,93	0,20	1,36	16,65	16,72	0,06	0,38
70 - 74	11,5	11,63	0,13	1,11	13,03	13,07	0,04	0,33
75 - 79	8,59	8,66	0,07	0,77	9,72	9,75	0,03	0,28
80 +	6,00	6,03	0,03	0,53	6,87	6,88	0,01	0,19

Fonte: Ministério da Saúde, 2015; LED-UFPB, 2019

A Tabela 13 mostra que a eliminação hipotética de todos os óbitos por ATT, como esperado, veio a aumentar ainda mais para ambos os sexos, as expectativas de vida nas faixas etárias consideradas, mantendo a tendência de impacto vista na Tabela 11. A diferença absoluta para os homens na faixa de 15 - 19 anos cresceu cerca de 0,75% em comparação ao cenário anterior, resultando em um ganho relativo percentual de 5,06%, enquanto que as mulheres na mesma faixa etária receberam um incremento de 0,38 em sua expectativa de vida, um aumento relativo de 0,82%. A Tabela 14 expõe as diferenças relativas percentuais vistas nas Tabelas 12 e 13, adicionando também um cenário otimista de eliminação parcial de 75% dos óbitos por ATT.

Tabela 14: Comparação dos ganhos relativos percentuais nas expectativas de vida dos residentes do Semiárido brasileiro ao eliminar parcialmente 50%, 75% e todos os óbitos por Acidentes de Transporte Terrestre, para as faixas etárias economicamente mais relevantes - 2015

<b>Idade</b>	<b>Masculino</b>			<b>Feminino</b>		
	<b>50%</b>	<b>75%</b>	<b>100%</b>	<b>50%</b>	<b>75%</b>	<b>100%</b>
15 - 19	3,76	4,42	5,06	0,62	0,73	0,82
20 - 24	3,68	4,31	4,94	0,58	0,68	0,77
25 - 29	3,36	3,94	4,50	0,53	0,62	0,70
30 - 34	2,97	3,49	3,99	0,49	0,58	0,65
35 - 39	2,69	3,15	3,60	0,46	0,55	0,61
40 - 44	2,39	2,80	3,20	0,42	0,50	0,56
45 - 49	2,08	2,44	2,79	0,39	0,47	0,52
50 - 54	1,82	2,13	2,43	0,37	0,44	0,49
55 - 59	1,57	1,85	2,11	0,34	0,41	0,45
60 - 64	1,31	1,55	1,77	0,31	0,37	0,41
65 - 69	1,00	1,19	1,36	0,28	0,34	0,38
70 - 74	0,80	0,96	1,11	0,24	0,29	0,33
75 - 79	0,52	0,66	0,77	0,19	0,24	0,28
80 +	0,28	0,41	0,53	0,10	0,16	0,19

Fonte: Ministério da Saúde, 2015; LED-UFPB, 2019

A probabilidade de morte, dada por  $q_x$  na Tábua de Vida, é outra medida indicativa de melhora nas expectativas de vida das populações de interesse. A utilização dos modelos de Múltiplo Decremento dá a possibilidade de acompanhamento das probabilidades de morte ao alternar os cenários de mortalidade, verificando dessa forma, eventuais ganhos e suas magnitudes. Entretanto, a Tabela 15 mostra que a eliminação dos óbitos por ATTT não veio a ocasionar reduções de ao menos 1% nas probabilidades de morte de ambos os sexos, onde a redução máxima para o sexo masculino foi de 0,95% para os indivíduos entre 25 - 29 anos, enquanto que para as mulheres a redução máxima foi de 0,18% para aquelas entre 75 - 79 anos.

Tabela 15: Redução nas probabilidades líquidas de morte em contraste com as reais dos residentes do Semiárido brasileiro ao eliminar os óbitos por Acidentes de Transporte Terrestre, para as faixas etárias economicamente mais relevantes - 2015

Idade	Masculino				Feminino			
	$q_x$	$q'_x$	$ q_x - q'_x $	$ q_x - q'_x $ (%)	$q_x$	$q'_x$	$ q_x - q'_x $	$ q_x - q'_x $ (%)
15 - 19	0,0136	0,0080	0,0056	0,56	0,0035	0,0022	0,0012	0,12
20 - 24	0,0184	0,0097	0,0087	0,87	0,0039	0,0025	0,0013	0,13
25 - 29	0,0191	0,0096	0,0095	0,95	0,0047	0,0036	0,0011	0,11
30 - 34	0,0198	0,0116	0,0082	0,82	0,0064	0,0053	0,0011	0,11
35 - 39	0,024	0,0157	0,0083	0,83	0,0092	0,0079	0,0012	0,12
40 - 44	0,0295	0,0210	0,0084	0,84	0,0129	0,0118	0,0011	0,11
45 - 49	0,0378	0,0300	0,0078	0,78	0,0194	0,0183	0,0011	0,11
50 - 54	0,0484	0,0409	0,0075	0,75	0,0269	0,0257	0,0012	0,12
55 - 59	0,0670	0,0594	0,0076	0,76	0,0403	0,0389	0,0013	0,13
60 - 64	0,0919	0,0839	0,0080	0,80	0,0601	0,0588	0,0013	0,13
65 - 69	0,1266	0,1203	0,0063	0,63	0,0885	0,0869	0,0016	0,16
70 - 74	0,1885	0,1819	0,0066	0,66	0,1386	0,1370	0,0016	0,16
75 - 79	0,2832	0,2780	0,0051	0,51	0,2291	0,2273	0,0018	0,18
80 +	1,0000	1,0000	—	—	1,0000	1,0000	—	—

Fonte: Ministério da Saúde, 2015; LED-UFPB, 2019

Os resultados baseados nos modelos de Múltiplo Decremento indicaram que reduções nos números de ATT podem vir a entregar melhoras importantes nas expectativas de vida dos indivíduos em idade economicamente ativa, em especial aos do sexo masculino. Dessa forma, espera-se que ao reduzir o número de óbitos derivados dessa causa, mais pessoas se mantenham em situação de contribuição previdenciária, o que consequentemente irá levar mais pessoas às idades que se beneficiam do fundo de aposentadoria, incluindo os portadores do Benefício de Prestação Continuada (BPC). Tais resultados dão base para que gestores e integrantes do poder público venham a administrar da melhor maneira, as consequências de eventuais acréscimos nas expectativas de vida da população, derivados da melhora na qualidade de vida em razão de diminuições dos óbitos por essa causa externa.

#### 4.2.2 Eliminação de Causa - Agressões

A exemplo do que foi visto para os ATT, as Tabelas 16 e 17 mostram que os ganhos nas expectativas de vida dos homens ocorreram em todas as faixas etárias, com a expectativa de vida ao nascer aumentando de 68,01 para 69,76 anos ao eliminar 50% dos óbitos por Agressões, enquanto que para as mulheres, o modelo entregou ganhos somente a partir da faixa de 1-4 anos de idade.

Na comparação direta com o modelos de Múltiplo Decremento de eliminação parcial de metade dos óbitos por ATT, verificou-se que o modelo visto na Tabela 16 apresentou maiores expectativas de vida para as primeiras sete faixas etárias em comparação com o modelo visto na Tabela 8.

Tabela 16: Tábua de vida de Múltiplo Decremento, com a eliminação parcial de 50% dos óbitos por Agressões para os residentes do sexo masculino do Semiárido brasileiro - 2015

Idade	${}_nq_x$	$l_x$	${}_nd_x$	${}_nL_x$	$T_x$	$e_x$
0 - 1	0,0275252	100000	2753	99877	6975937	69,76
1 - 4	0,0031985	97247	312	386936	6876061	70,71
5 - 9	0,0017246	96937	168	484265	6489125	66,94
10 - 14	0,0020198	96770	196	483358	6004861	62,05
15 - 19	0,0038059	96574	368	481951	5521503	57,17
20 - 24	0,0059589	96207	574	479599	5039553	52,38
25 - 29	0,0084475	95633	808	476146	4559955	47,68
30 - 34	0,0111695	94826	1060	471478	4083810	43,07
35 - 39	0,0168955	93766	1585	464870	3612332	38,52
40 - 44	0,0234923	92182	2166	455495	3147463	34,14
45 - 49	0,0331881	90017	2988	442613	2691968	29,91
50 - 54	0,0439917	87029	3829	425573	2249356	25,85
55 - 59	0,0640421	83201	5329	402681	1823784	21,92
60 - 64	0,0891506	77872	6943	372004	1421104	18,25
65 - 69	0,1242982	70930	8817	332607	1049101	14,79
70 - 74	0,1866857	62114	11596	281577	716494	11,54
75 - 79	0,2816182	50518	14227	217021	434917	8,61
80 +	1,0000000	36291	36291	217897	217897	6,00

Fonte: Ministério da Saúde, 2015; LED-UFPB, 2019

Em uma comparação direta com o modelo para as Agressões visto na Tabela 17, o modelo para os ATT observado na Tabela 9, apresentou maiores expectativas de vida para as mulheres em todas as faixas etárias, com exceção do intervalo aberto (onde os valores são iguais). Dessa forma, tem-se um indicativo claro de que no caso das mulheres, o impacto dos óbitos por ATT é maior que o dos óbitos por Agressões.

Tabela 17: Tábua de vida de múltiplo decremento, com a eliminação parcial de 50% dos óbitos por Agressões para os residentes do sexo feminino do Semiárido brasileiro - 2015

Idade	${}_nq_x$	$l_x$	${}_nd_x$	${}_nL_x$	$T_x$	$e_x$
0 - 1	0,0223015	100000	2231	99882	7459556	74,60
1 - 4	0,0028899	97770	283	389359	7359674	75,28
5 - 9	0,0014708	97487	144	487078	6970314	71,50
10 - 14	0,0016104	97344	157	486328	6483236	66,60
15 - 19	0,0028040	97187	273	485255	5996909	61,70
20 - 24	0,0032282	96915	313	483791	5511654	56,87
25 - 29	0,0039976	96602	387	482043	5027863	52,05
30 - 34	0,0055992	96216	539	479731	4545820	47,25
35 - 39	0,0085502	95677	819	476339	4066088	42,50
40 - 44	0,0123028	94859	1168	471376	3589749	37,84
45 - 49	0,0189628	93692	1777	464017	3118373	33,28
50 - 54	0,0265860	91915	2444	453466	2654355	28,88
55 - 59	0,0399358	89471	3574	438425	2200889	24,60
60 - 64	0,0597952	85898	5137	416651	1762464	20,52
65 - 69	0,0882743	80762	7130	385987	1345813	16,66
70 - 74	0,1382258	73633	10178	342719	959826	13,04
75 - 79	0,2288142	63455	14520	280976	617107	9,73
80 +	1,0000000	48936	48936	336131	336131	6,87

Fonte: Ministério da Saúde, 2015; LED-UFPB, 2019

A Tabela 18 mostra que, assim como no primeiro cenário, a eliminação total dos óbitos por Agressões rendeu ao sexo masculino, maiores expectativas de vida para as sete primeiras faixas etárias ao comparar com o modelo para os ATT, visto na Tabela 10. Já em termos de sexo feminino, a eliminação total dos óbitos por Agressões (Tabela 19) entregou resultados de expectativa de vida menores do que no cenário de eliminação dos óbitos por ATT (Tabela 11), o que também repete a tendência do cenário de eliminação anterior.

Tabela 18: Tábua de vida de múltiplo decremento, com a eliminação dos óbitos por Agressões para os residentes do sexo masculino do Semiárido brasileiro - 2015

Idade	${}_nq_x$	$l_x$	${}_nd_x$	${}_nL_x$	$T_x$	$e_x$
0 - 1	0,0275204	100000	2753	99877	7068038	70,68
1 - 4	0,0031708	97248	309	386956	6968161	71,65
5 - 9	0,0016951	96940	165	484288	6581206	67,89
10 - 14	0,0017814	96776	173	483446	6096919	63,00
15 - 19	0,0005267	96603	51	482888	5613473	58,11
20 - 24	0,0017980	96553	174	482327	5130586	53,14
25 - 29	0,0048970	96379	472	480713	4648260	48,23
30 - 34	0,0082854	95907	795	477546	4167548	43,45
35 - 39	0,0145335	95112	1383	472104	3690002	38,80
40 - 44	0,0215070	93730	2016	463608	3217899	34,33
45 - 49	0,0316605	91714	2904	451310	2754291	30,03
50 - 54	0,0425570	88810	3780	434602	2302982	25,93
55 - 59	0,0630795	85031	5364	411744	1868381	21,97
60 - 64	0,0882647	79667	7032	380755	1456637	18,28
65 - 69	0,1235483	72636	8974	340741	1075883	14,81
70 - 74	0,1861296	63662	11850	288683	735142	11,55
75 - 79	0,2811362	51812	14567	222644	446460	8,62
80 +	1,0000000	37246	37246	223816	223816	6,01

Fonte: Ministério da Saúde, 2015; LED-UFPB, 2019



Tabela 19: Tábua de vida de múltiplo decremento, com a eliminação dos óbitos por Agressões para os residentes do sexo feminino do Semiárido brasileiro - 2015

Idade	${}_nq_x$	$l_x$	${}_nd_x$	${}_nL_x$	$T_x$	$e_x$
0 - 1	0,0222914	100000	2230	99882	7467125	74,67
1 - 4	0,0028655	97771	281	389378	7367243	75,35
5 - 9	0,0014531	97491	142	487099	6977865	71,57
10 - 14	0,0015649	97349	153	486364	6490766	66,68
15 - 19	0,0025966	97197	253	485352	6004402	61,78
20 - 24	0,0030204	96944	293	483990	5519049	56,93
25 - 29	0,0037616	96652	364	482349	5035060	52,09
30 - 34	0,0053595	96288	517	480150	4552711	47,28
35 - 39	0,0083598	95772	801	476858	4072562	42,52
40 - 44	0,0121071	94971	1150	471982	3595704	37,86
45 - 49	0,0188471	93821	1769	464686	3123722	33,29
50 - 54	0,0265126	92053	2441	454164	2659036	28,89
55 - 59	0,0398645	89613	3573	439132	2204871	24,60
60 - 64	0,0597428	86040	5141	417350	1765739	20,52
65 - 69	0,0882268	80900	7138	386656	1348389	16,67
70 - 74	0,1381680	73762	10192	343333	961733	13,04
75 - 79	0,2287272	63571	14541	281503	618400	9,73
80 +	1,0000000	49030	49031	336897	336897	6,87

Fonte: Ministério da Saúde, 2015; LED-UFPB, 2019

As dimensões das mudanças nas expectativas de vida nos cenários de eliminação parcial de metade e de todos os óbitos por Agressões foram obtidas e estão dispostas nas Tabelas 20 e 21, onde se consideram os resultados para as faixas etárias de maior relevância econômica.

Tabela 20: Comparação entre as expectativas de vida reais ( $e_x$ ) e hipotéticas ( $e'_x$ ) dos residentes do Semiárido brasileiro ao eliminar parcialmente 50% óbitos por Agressões, para as faixas etárias economicamente mais relevantes - 2015

Idade	Masculino				Feminino			
	$e_x$	$e'_x$	$ e_x - e'_x $	$\frac{ e_x - e'_x }{e_x}$	$e_x$	$e'_x$	$ e_x - e'_x $	$\frac{ e_x - e'_x }{e_x}$
15 - 19	54,46	57,17	2,71	4,98	61,47	61,70	0,23	0,38
20 - 24	50,18	52,38	2,20	4,39	56,68	56,87	0,20	0,35
25 - 29	46,07	47,68	1,61	3,49	51,89	52,05	0,16	0,31
30 - 34	41,92	43,07	1,15	2,73	47,12	47,25	0,12	0,26
35 - 39	37,72	38,52	0,81	2,14	42,41	42,50	0,09	0,21
40 - 44	33,58	34,14	0,56	1,67	37,78	37,84	0,07	0,17
45 - 49	29,53	29,91	0,38	1,29	33,24	33,28	0,04	0,13
50 - 54	25,59	25,85	0,26	1,01	28,85	28,88	0,03	0,11
55 - 59	21,76	21,92	0,16	0,73	24,58	24,60	0,02	0,09
60 - 64	18,14	18,25	0,11	0,58	20,50	20,52	0,02	0,08
65 - 69	14,73	14,79	0,06	0,43	16,65	16,66	0,01	0,07
70 - 74	11,50	11,54	0,03	0,3	13,03	13,04	0,01	0,07
75 - 79	8,59	8,61	0,02	0,2	9,72	9,73	0,01	0,05
80 +	6,00	6,00	0,01	0,1	6,87	6,87	0,00	0,04

Fonte: Ministério da Saúde, 2015; LED-UFPB, 2019

Com base na Tabela 20, pode-se notar que para os homens, as quatro primeiras faixas etárias consideradas receberam acréscimos superiores a 1 ano em seus valores de expectativa de vida, tendo a faixa de 15 - 19 anos de idade, atingido um acréscimo de 2,71 anos. Em comparação com os resultados equivalentes para os ATT vistos na Tabela 12, observou-se para o sexo masculino, maiores diferenças relativas nas três primeiras faixas etárias, sendo respectivamente os valores 4,98%, 4,39% e 3,49% no caso das Agressões, e 3,76%, 3,68% e 3,36% considerando os ATT. Para as demais faixas etárias consideradas, as diferenças relativas percentuais para os ATT superaram as encontradas para as Agressões. No caso do sexo feminino, na comparação dos resultados de Agressões e ATT, as Agressões acarretaram menores valores de diferenças absolutas e relativas percentuais, em todas as faixas etárias consideradas. Seguindo a tendência vista para os ATT, o impacto das Agressões na mortalidade feminina se mostrou claramente inferior à masculina, com a diferença absoluta máxima para as mulheres atingindo apenas 0,23, resultando na diferença relativa percentual de 0,38.

Nota-se pela Tabela 21, que a população masculina do Semiárido brasileiro recebeu incrementos acima de 1 ano nas expectativas de vida para os indivíduos entre 15 e 39 anos de idade, ao considerar o cenário ideal, onde todos os óbitos por Agressões foram eliminados. Ainda para homens, repetindo a tendência vista no cenário anterior, os ganhos de expectativa de vida nas três faixas etárias iniciais consideradas, superaram os alcançados para os ATT, dispostos na Tabela 13. Para aquela situação, as diferenças relativas dessas faixas etárias foram de 5,06%, 4,94% e 4,50% respectivamente, enquanto que os resultados de Agressões atingiram 6,69%, 5,89% e 4,68%.

Mesmo no cenário de eliminação total dos óbitos por Agressões, os resultados de ganhos nas expectativas de vida da população feminina do Semiárido brasileiro não foram de notável impacto. Assim como no cenário de redução parcial de 50% dos óbitos por essa causa, as diferenças absolutas e relativas do cenário de eliminação total dos óbitos foram inferiores às encontradas para o caso dos ATT, em todas as faixas etárias consideradas, sendo 0,31, a maior diferença absoluta resultante, gerando uma diferença relativa percentual de 0,50, como exposto na Tabela 21.

Tabela 21: Comparação entre as expectativas de vida reais ( $e_x$ ) e hipotéticas ( $e'_x$ ) dos residentes do Semiárido brasileiro ao eliminar os óbitos por Agressões, para as faixas etárias economicamente mais relevantes - 2015

Idade	Masculino				Feminino			
	$e_x$	$e'_x$	$ e_x - e'_x $	$\frac{e_x - e'_x}{e_x}$	$e_x$	$e'_x$	$ e_x - e'_x $	$\frac{e_x - e'_x}{e_x}$
15 - 19	54,46	58,11	3,65	6,69	61,47	61,78	0,31	0,50
20 - 24	50,18	53,14	2,96	5,89	56,68	56,93	0,25	0,45
25 - 29	46,07	48,23	2,16	4,68	51,89	52,09	0,21	0,40
30 - 34	41,92	43,45	1,53	3,66	47,12	47,28	0,16	0,34
35 - 39	37,72	38,80	1,08	2,86	42,41	42,52	0,12	0,27
40 - 44	33,58	34,33	0,75	2,23	37,78	37,86	0,08	0,22
45 - 49	29,53	30,03	0,51	1,71	33,24	33,29	0,05	0,16
50 - 54	25,59	25,93	0,34	1,34	28,85	28,89	0,04	0,13
55 - 59	21,76	21,97	0,21	0,98	24,58	24,60	0,03	0,12
60 - 64	18,14	18,28	0,14	0,77	20,50	20,52	0,02	0,10
65 - 69	14,73	14,81	0,08	0,57	16,65	16,67	0,02	0,09
70 - 74	11,50	11,55	0,05	0,41	13,03	13,04	0,01	0,09
75 - 79	8,59	8,62	0,03	0,29	9,72	9,73	0,01	0,08
80 +	6,00	6,01	0,01	0,18	6,87	6,87	0,01	0,08

Fonte: Ministério da Saúde, 2015; LED-UFPB, 2019

Considerando também um cenário de eliminação parcial de 75% dos óbitos por Agressões, pode-se observar na Tabela 22 a dimensão das mudanças nas expectativas de vida dos residentes do Semiárido brasileiro em termos de diferenças relativas percentuais nas faixas etárias economicamente mais relevantes. Para as mesmas faixas etárias, a Tabela 23 expõe a redução nas probabilidades líquidas de morte ao comparar com as probabilidades reais de morte dos residentes do Semiárido brasileiro ao eliminar os óbitos por Agressões.

Tabela 22: Comparação dos ganhos relativos percentuais nas expectativas de vida dos residentes do Semiárido brasileiro ao eliminar parcialmente 50%, 75% e todos os óbitos por Acidentes de Transporte Terrestre, para as faixas etárias economicamente mais importantes - 2015

<b>Idade</b>	<b>Masculino</b>			<b>Feminino</b>		
	<b>50%</b>	<b>75%</b>	<b>100%</b>	<b>50%</b>	<b>75%</b>	<b>100%</b>
15 - 19	4,98	5,84	6,69	0,38	0,45	0,50
20 - 24	4,39	5,15	5,89	0,35	0,40	0,45
25 - 29	3,49	4,09	4,68	0,31	0,36	0,40
30 - 34	2,73	3,20	3,66	0,26	0,31	0,34
35 - 39	2,14	2,51	2,86	0,21	0,25	0,27
40 - 44	1,67	1,96	2,23	0,17	0,20	0,22
45 - 49	1,29	1,51	1,71	0,13	0,15	0,16
50 - 54	1,01	1,19	1,34	0,11	0,13	0,13
55 - 59	0,73	0,86	0,98	0,09	0,11	0,12
60 - 64	0,58	0,68	0,77	0,08	0,10	0,10
65 - 69	0,43	0,51	0,57	0,07	0,08	0,09
70 - 74	0,30	0,36	0,41	0,07	0,08	0,09
75 - 79	0,20	0,26	0,29	0,05	0,07	0,08
80 +	0,10	0,15	0,18	0,04	0,06	0,08

Fonte: Ministério da Saúde, 2015; LED-UFPB, 2019

Tabela 23: Redução nas probabilidades líquidas de morte em contraste com as reais dos residentes do Semiárido brasileiro ao eliminar os óbitos por Agressões, para as faixas etárias economicamente relevantes - 2015

Idade	Masculino				Feminino			
	$q_x$	$q'_x$	$ q_x - q'_x $	$ q_x - q'_x  (%)$	$q_x$	$q'_x$	$ q_x - q'_x $	$ q_x - q'_x  (%)$
15 - 19	0,0136	0,0005	0,0131	1,31	0,0035	0,0026	0,0009	0,09
20 - 24	0,0184	0,0018	0,0166	1,66	0,0039	0,0030	0,0009	0,09
25 - 29	0,0191	0,0049	0,0142	1,42	0,0047	0,0038	0,0010	0,10
30 - 34	0,0198	0,0083	0,0115	1,15	0,0064	0,0054	0,0010	0,10
35 - 39	0,0240	0,0145	0,0095	0,95	0,0092	0,0084	0,0008	0,08
40 - 44	0,0295	0,0215	0,0080	0,80	0,0129	0,0121	0,0008	0,08
45 - 49	0,0378	0,0317	0,0061	0,61	0,0194	0,0188	0,0005	0,05
50 - 54	0,0484	0,0426	0,0058	0,58	0,0269	0,0265	0,0004	0,04
55 - 59	0,0670	0,0631	0,0039	0,39	0,0403	0,0399	0,0004	0,04
60 - 64	0,0919	0,0883	0,0036	0,36	0,0601	0,0597	0,0003	0,03
65 - 69	0,1266	0,1235	0,0031	0,31	0,0885	0,0882	0,0003	0,03
70 - 74	0,1885	0,1861	0,0024	0,24	0,1386	0,1382	0,0004	0,04
75 - 79	0,2832	0,2811	0,0020	0,20	0,2291	0,2287	0,0004	0,04
80 +	1,0000	1,0000	—	—	1,0000	1,0000	—	—

Fonte: Ministério da Saúde, 2015; LED-UFPB, 2019

As diferenças relativas entre as probabilidades líquidas e reais de morte, superaram os 1% para os homens em idades entre 15 e 34 anos, entretanto, as diferenças derivadas do sexo feminino não superaram 0,10%. Ao confrontar os resultados da Tabela 23 com os da Tabela 15, nota-se que em 2015, para o sexo masculino, a partir da faixa de 40 a 44 anos de idade, as diferenças entre as probabilidades líquidas e reais de morte são maiores para o caso dos ATT, ou seja, a eliminação dos óbitos por ATT causaram maior redução nas probabilidades de morte para os homens com idades a partir dos 45 anos, em contraste com as Agressões. Os resultados para as Agressões foram inferiores em todas as faixas etárias na comparação com os resultados dos ATT, ao considerar sexo feminino.

Como se é sabido, o grupo das causas externas de mortalidade, liderado pelas Agressões e ATT, exerce maior impacto sobre a população masculina. O uso de modelos demográficos para a população residente do Semiárido brasileiro em 2015, considerando essas duas causas, permitiu definir-las como agentes de extrema influência na redução da expectativa de vida dos homens, onde os mais prejudicados foram os com idades entre 15 e 39 anos. A eliminação parcial ou total dos óbitos pelas causas consideradas, rendeu

ganhos importantes nas expectativas de vida do sexo masculino, destacando aqueles em faixas etárias consideradas de maior relevância econômica, onde as Agressões exerceram maior influência nas idades entre 15 e 39 anos, enquanto que as idades subsequentes foram mais influenciadas pelos ATT. Para o caso das mulheres, a união dos resultados mostrou que os ATT e as Agressões não exerceram peso considerável no panorama de sua expectativa de vida. Ao considerar a eliminação parcial de 50% dos óbitos por ATT da população feminina (Tabela 9), a expectativa de vida ao nascer sofreu uma redução ao comparar com a resultada da Tábua de Vida geral das mulheres (Tabela 7) do Semiárido brasileiro, e o mesmo ocorreu nos modelos de Múltiplo Decremento de eliminação parcial de 50% e total dos óbitos por Agressões (Tabela 17 e 19). Uma possível razão para o ocorrido está nos menores números de óbitos por essas causas para o sexo feminino, o que pode ter exercido efeito sobre a capacidade de distribuir os ganhos entre as faixas etárias do modelo de Múltiplo Decremento.

### 4.3 Anos Potenciais de Vida Perdidos

O uso do indicador de Anos Potenciais de Vida Perdidos (APVP) possibilita a análise da carga que determinada causa de mortalidade exerce sobre a população. A quantidade de APVP em uma faixa de idades indica o número de anos não-vividos por ocasião de óbito pelos indivíduos nessa faixa.

Para a população residente do Semiárido brasileiro em 2015, a Tabela 24 mostra que os ATT foram responsáveis por 245.563 APVP, sendo desses, 193.277 resultantes dos óbitos do sexo masculino (79%) e 52.285 resultantes dos óbitos do sexo feminino (21%). Como visto em resultados prévios, a maior parte dos óbitos por ATT de homens e mulheres se encontraram em faixas etárias centrais, consequentemente, estavam nessas as maiores concentrações de APVP por essa causa. Do total de APVP por ATT pelos homens, cerca de 74,59% ocorreram para os indivíduos entre 15 e 39 anos, somando 144.165 APVP. Para as mulheres na mesma faixa de idades, esse número atingiu 69,02%, somando 36.088 APVP. Já em termos de média, no geral, o número de APVP por indivíduo ao morrer de ATT foi de 33,97, isso significa que em média, uma pessoa que morreu por essa causa no Semiárido brasileiro em 2015, deixou de viver 33,97 anos. A média de APVP por homens foi de 33,81, enquanto que a das mulheres foi de 34,58.

Apesar do número de óbitos por ATT ser bem maior para os homens, a média de APVP pelas mulheres por essa causa se apresentou maior que a média de APVP do sexo masculino. Isso se deve ao fato de que a expectativa de vida das mulheres é maior que a dos homens, em todas as faixas etárias, como visto na seção de Tábuas de Vida, e esse fato faz com que um indivíduo do sexo feminino “contribua” com maiores quantidades de APVP ao vir a óbito. Nesse sentido, as taxas APVP auxiliam no entendimento da distribuição desses APVP considerando a população de determinado sexo nas faixas etárias de interesse.

Tabela 24: Anos Potenciais de Vida Perdidos por Acidentes de Transporte Terrestre da população residente do Semiárido brasileiro - 2015

Idade	Geral				Masculino				Feminino			
	APVP	%	Taxa	Média	APVP	%	Taxa	Média	APVP	%	Taxa	Média
0 - 4	5130	2,09	247,44	67,5	3037,5	1,57	285,86	67,5	2092,5	4	207,05	67,5
5 - 9	5375	2,19	232,08	62,5	3187,5	1,65	269,04	62,5	2187,5	4,18	193,38	62,5
10 - 14	7762,5	3,16	315,15	57,5	5232,5	2,71	416,51	57,5	2530	4,84	209,65	57,5
15 - 19	35385	14,41	1505,91	52,5	26932,5	13,93	2252,14	52,5	8452,5	16,17	732,53	52,5
20 - 24	45267,5	18,43	1994,82	47,5	35720	18,48	3127,98	47,5	9547,5	18,26	846,94	47,5
25 - 29	41905	17,06	1875,16	42,5	34510	17,86	3091,41	42,5	7395	14,14	661,2	42,5
30 - 34	32475	13,22	1445,61	37,5	26625	13,78	2364,06	37,5	5850	11,19	522,22	37,5
35 - 39	25220	10,27	1306,75	32,5	20377,5	10,54	2107,53	32,5	4842,5	9,26	502,81	32,5
40 - 44	18012,5	7,34	1094,72	27,5	14602,5	7,56	1797,14	27,5	3410	6,52	409,43	27,5
45 - 49	12577,5	5,12	837,78	22,5	10012,5	5,18	1356,47	22,5	2565	4,91	336,11	22,5
50 - 54	8400	3,42	645,87	17,5	6772,5	3,5	1062,9	17,5	1627,5	3,11	245,32	17,5
55 - 59	4875	1,99	473,01	12,5	3812,5	1,97	775,14	12,5	1062,5	2,03	197,2	12,5
60 - 64	2542,5	1,04	298,8	7,5	2002,5	1,04	498,06	7,5	540	1,03	120,31	7,5
65 - 69	635	0,26	88,31	2,5	452,5	0,23	135,31	2,5	182,5	0,35	47,44	2,5
<b>Total</b>	<b>245562,5</b>	<b>100</b>	<b>12361,42</b>	<b>33,97</b>	<b>193277,5</b>	<b>100</b>	<b>19539,56</b>	<b>33,81</b>	<b>52285</b>	<b>100</b>	<b>5231,59</b>	<b>34,58</b>

Fonte: Ministério da Saúde, 2015,2018; LED-UFPB, 2019

Ao considerar os óbitos por Agressões, a Tabela 25 mostra que, no geral, foram perdidos em 2015 pela população do Semiárido brasileiro, cerca de 329.788 anos potenciais de vida, ou seja, 84.226 a mais que os derivados dos ATT. Do total geral de APVP, os homens foram responsáveis por 306.395 (93%), enquanto as mulheres somaram 23.392,5 (7%), uma proporção de óbitos masculinos consideravelmente maior que a vista na Tabela 24 para o cenário dos ATT. Cerca de 88,59% dos APVP por Agressões foram causados por indivíduos entre 15 e 39 anos no caso dos homens, e para as mulheres, essa porcentagem foi cerca de 74,23%. Para essa causa de óbito, a média geral de APVP foi de 38,96 para cada óbito, e considerando a abordagem por sexos, a média foi de 38,98 para os homens e 38,67 para as mulheres.

Para as Agressões, a média de APVP por óbito de mulheres foi inferior a dos homens. A razão disso é que mesmo com as mulheres apresentando expectativas de vida mais elevadas que a dos homens, o número de óbitos por Agressões para o sexo masculino foi tão maior que ocasionou uma inflação na média que foi capaz de superar o efeito das



altas expectativas de vida da mulheres sobre os APVP.

Tabela 25: Anos Potenciais de Vida Perdidos por Agressões da população residente do Semiárido brasileiro - 2015

Idade	Geral				Masculino				Feminino			
	APVP	%	Taxa	Média	APVP	%	Taxa	Média	APVP	%	Taxa	Média
0 - 4	2633	0,8	126,98	67,5	1417,5	0,46	133,4	67,5	1215	5,19	120,22	67,5
5 - 9	1625	0,49	70,16	62,5	1000	0,33	84,4	62,5	625	2,67	55,25	62,5
10 - 14	7015	2,13	284,81	57,5	5807,5	1,9	462,27	57,5	1207,5	5,16	100,06	57,5
15 - 19	72660	22,03	3092,26	52,5	68407,5	22,33	5720,36	52,5	4252,5	18,18	368,54	52,5
20 - 24	78850	23,91	3474,72	47,5	75050	24,49	6572,09	47,5	3800	16,24	337,09	47,5
25 - 29	59967,5	18,18	2683,42	42,5	56185	18,34	5033,06	42,5	3782,5	16,17	338,2	42,5
30 - 34	44100	13,37	1963,09	37,5	40650	13,27	3609,36	37,5	3450	14,75	307,97	37,5
35 - 39	27105	8,22	1404,42	32,5	25025	8,17	2588,19	32,5	2080	8,89	215,97	32,5
40 - 44	16582,5	5,03	1007,81	27,5	15070	4,92	1854,68	27,5	1512,5	6,47	181,6	27,5
45 - 49	9450	2,87	629,46	22,5	8707,5	2,84	1179,67	22,5	742,5	3,17	97,29	22,5
50 - 54	6020	1,83	462,87	17,5	5652,5	1,84	887,12	17,5	367,5	1,57	55,4	17,5
55 - 59	2412,5	0,73	234,08	12,5	2175	0,71	442,21	12,5	237,5	1,02	44,08	12,5
60 - 64	1102,5	0,33	129,57	7,5	1005	0,33	249,96	7,5	97,5	0,42	21,72	7,5
65 - 69	265	0,08	36,85	2,5	242,5	0,08	72,51	2,5	22,5	0,1	5,85	2,5
<b>Total</b>	<b>329787,5</b>	<b>100</b>	<b>15600,5</b>	<b>38,96</b>	<b>306395</b>	<b>100</b>	<b>28889,3</b>	<b>38,98</b>	<b>23392,5</b>	<b>100</b>	<b>2249,25</b>	<b>38,67</b>

Fonte: Ministério da Saúde, 2015, 2018; LED-UFPB, 2019

#### 4.3.0.1 Testes de Hipótese de Wilcoxon Para Amostras Pareadas

Comparar os APVP entre as delimitações do Semiárido brasileiro nos estados pode auxiliar no estabelecimento de eventuais similaridades nos perfis de mortalidade dos mesmos. O teste de hipótese não-paramétrico de Wilcoxon verifica a hipótese de igualdade entre as medidas de posição de amostras pareadas ou relacionadas, quando estas não seguem normalidade. Considerando que todos os indivíduos são de uma mesma população (população do Semiárido brasileiro) e definindo os estados como os tratamentos, o teste de Wilcoxon foi aplicado para ambas as causas de morte.

A Tabela 26 apresenta os p-valores dos testes de Wilcoxon para as comparações das amostras etárias em termos da distribuição dos APVP nas delimitações do Semiárido brasileiro, onde p-valor  $> 0,05$  indica que as amostras apresentaram estatisticamente, a mesma mediana.

Tabela 26: P-valores do Teste de Wilcoxon para comparação da distribuição entre as faixas etárias dos Anos Potenciais de Vida Perdidos por Acidentes de Transporte Terrestre dos residentes do Semiárido brasileiro - 2015

Estados	Alagoas	Bahia	Ceará	Minas Gerais	Paraíba	Pernambuco	Piauí	Rio G. do Norte	Sergipe
Alagoas	1	< 0,001	< 0,001	<b>0,6376</b>	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,0410	< 0,001
Bahia		1	<b>0,850</b>	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Ceará			1	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Minas Gerais				1	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,017	0,002
Paraíba					1	0,002	0,002	0,002	< 0,001
Pernambuco						1	0,002	< 0,001	< 0,001
Piauí							1	< 0,001	< 0,001
Rio G. do Norte								1	< 0,001
Sergipe									1

Fonte: Ministério da Saúde, 2015; LED - UFPB, 2019

A Tabela 26 mostra que ao nível de significância de 5%, as únicas comparações que resultaram em igualdade estatística com relação as amostras de APVP por ATT em faixas etárias, foram entre os Semiáridos: alagoano e mineiro, assim como baiano e cearense. Para o caso das amostras de APVP por Agressões em faixas etárias, segundo os resultados da Tabela 27, a igualdade estatística, a 5% de significância, ocorreu para os Semiáridos: alagoano e mineiro, alagoano e piauiense, baiano e cearense, paraibano e piauiense, assim como paraibano e potiguar.

Tabela 27: P-valores do Teste de Wilcoxon para comparação da distribuição entre as faixas etárias dos APVP por Agressões dos residentes do Semiárido brasileiro - 2015

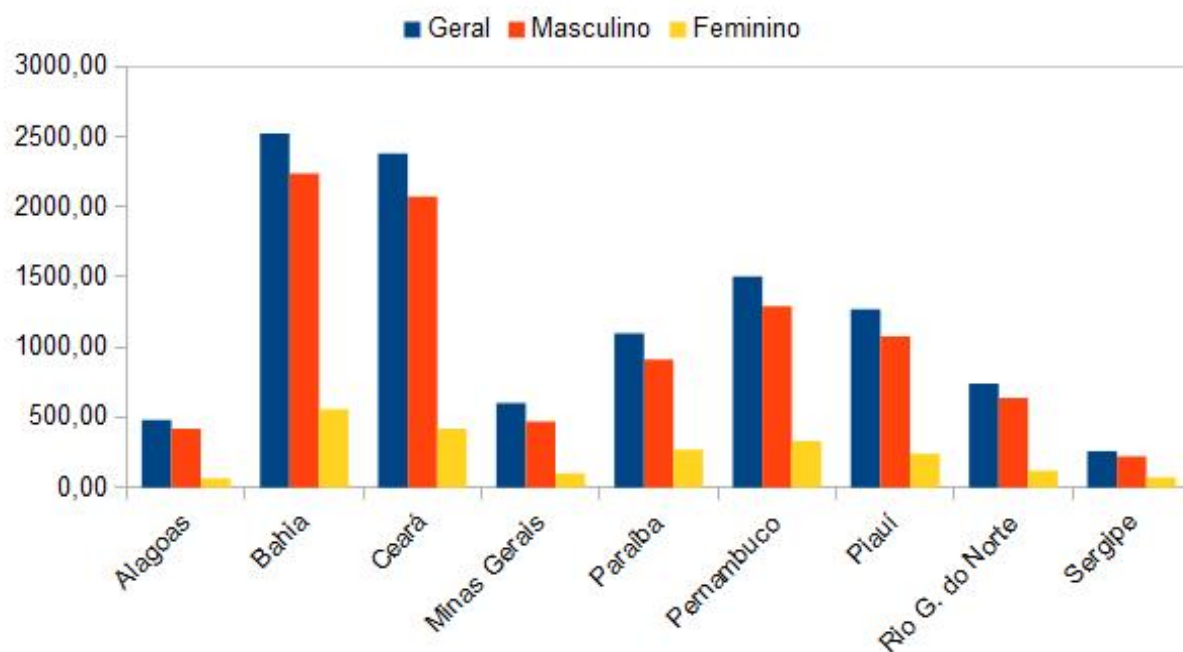
Estados	Alagoas	Bahia	Ceará	Minas Gerais	Paraíba	Pernambuco	Piauí	Rio G. do Norte	Sergipe
Alagoas	1	< 0,001	< 0,001	<b>0,069</b>	0,013	0,001	<b>0,1242</b>	0,0170	0,0140
Bahia		1	<b>0,8753</b>	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Ceará			1	0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Minas Gerais				1	0,007	0,003	0,0320	0,0200	0,003
Paraíba					1	0,003	<b>0,1700</b>	<b>0,2945</b>	< 0,001
Pernambuco						1	0,0020	0,0020	< 0,001
Piauí							1	0,0454	0,006
Rio G. do Norte								1	0,006
Sergipe									1

Fonte: Ministério da Saúde - MS, (2015); LED - UFPB, (2019)

Ao verificar com base na comparação entre p-valor e nível de significância que existe igualdade estatística utilizando o teste de Wilcoxon, verifica-se que as medianas das amostras consideradas são estatisticamente iguais. Dessa forma, por exemplo, pôde-se verificar que para os ATT, os Semiáridos alagoano e mineiro apresentaram medianas estatisticamente iguais, ou seja, 50% dos APVP nas faixas etárias de ambas subregiões estão abaixo desse valor, e 50% acima dele. A mesma conclusão se aplica para os Semiáridos baiano e cearense no que diz respeito a APVP por ATT. Já com relação aos APVP por Agressões, a igualdade de medianas ocorre ao comparar a amostra etária do Semiárido alagoano com os Semiáridos mineiro e piauiense, também na comparação entre os Semiáridos baiano e cearense, e por último, na comparação entre o Semiárido paraibano e os Semiáridos piauiense e potiguar.

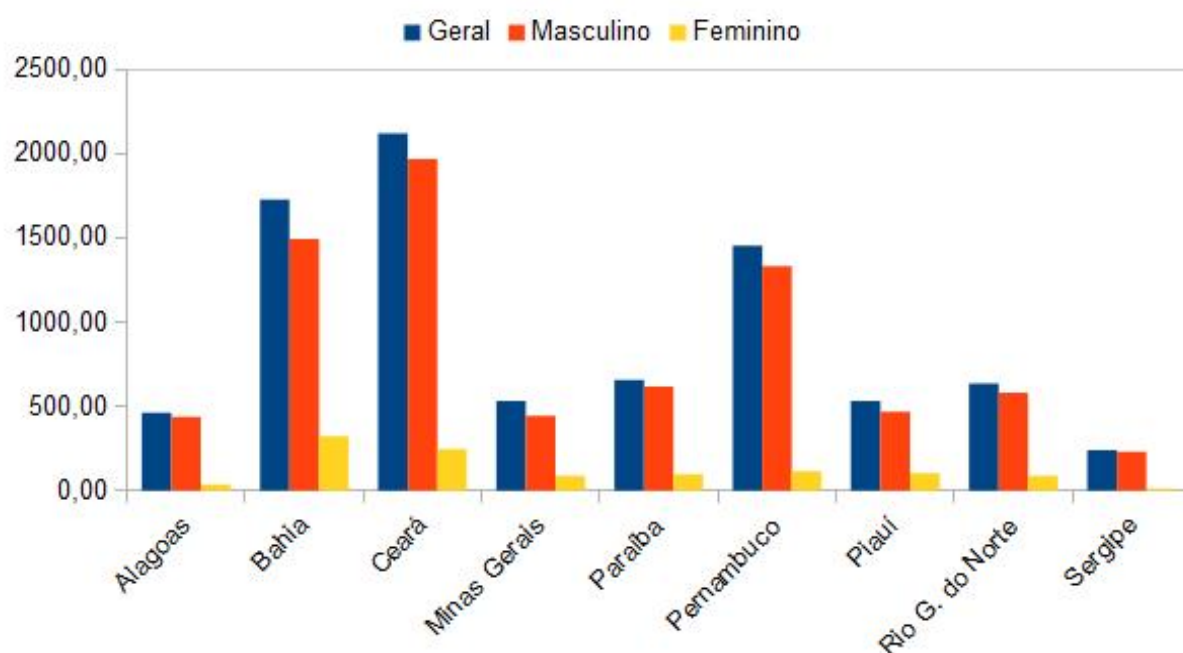
Utilizar a mediana para análise da distribuição dos APVP em faixas etárias é mais adequado que utilizar a média por exemplo, uma vez que a quantidade de APVP pode variar em grandes escalas de uma faixa etária para outra. Para as causas de óbito consideradas, verificou-se grandes quantidades de APVP nas faixas etárias centrais, em contrapartida, a última faixa etária considerada (65-69) apresentou valores de APVP significativamente menores que as demais faixas etárias. Essa volatilidade exerce grande impacto sobre a média, e por essa razão, utilizou-se a comparação gráfica (Figuras 9 e 10) entre as distribuições dos APVP nas faixas etárias com base nas medianas.

Figura 9: Medianas das amostras etárias de Anos Potenciais de Vida Perdidos por Acidentes de Transporte Terrestre pelos residentes do Semiárido brasileiro - 2015



Fonte: Ministério da Saúde, 2015; LED-UFPB, 2019

Figura 10: Medianas das amostras etárias de Anos Potenciais de Vida Perdidos por Agressões pelos residentes do Semiárido brasileiro - 2015



Fonte: Ministério da Saúde, 2015; LED-UFPB, 2019

## 4.4 Classificador Binário - Regressão Logística

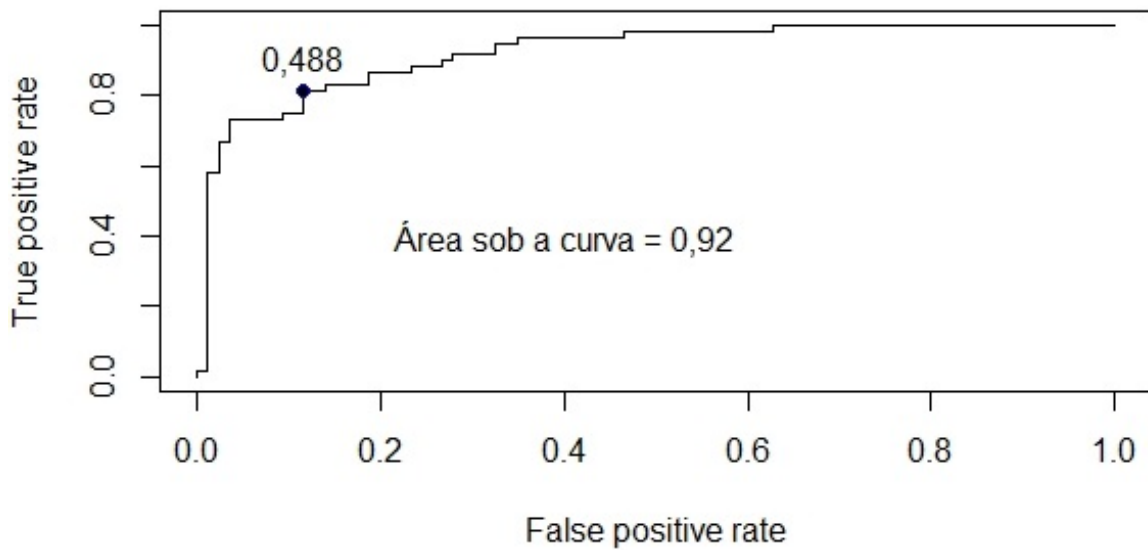
Uma vez verificado que os homens foram os mais prejudicados pelos ATT e pelas Agressões no Semiárido brasileiro em 2015, é razoável investigar se determinadas variáveis geográficas e socioeconômicas podem ajudar a prever futuras determinações com relação ao panorama de mortalidade por ambas as causas externas.

A modelagem classificatória com base em regressão logística foi realizada para as causas de mortalidade do estudo, definindo os níveis das variáveis de interesse como sendo (para os ATT):  $Y = 1$ , se a microrregião faz parte de um estado cujo sua área semiárida apresentou taxa bruta de mortalidade padronizada masculina acima da apresentada para o Semiárido geral; e  $Y = 0$ , caso contrário. E similarmente (para as Agressões):  $Y = 1$ , se a microrregião faz parte de um estado cujo sua área semiárida apresentou taxa bruta de mortalidade padronizada masculina acima da apresentada para o Semiárido geral; e  $Y = 0$ , caso contrário. Utilizando o software estatístico de livre acesso, R, os seguintes resultados foram obtidos.

### 4.4.1 *Acidentes de Transporte Terrestre*

Com o modelo final selecionado, obteve-se a curva ROC (Figura 11), de onde observou-se possíveis pontos de corte para buscar maximizar a taxa de acerto, assim como minimizar a taxa de erro do modelo. Com base nas ferramentas fornecidas pelo software R, verificou-se 0,488 como o ponto de corte a ser utilizado no processo de Validação Cruzada, e a área sob a curva foi de 0,92, o que indica uma alta capacidade de distinção de classes para o modelo.

Figura 11: Curva ROC para escolha do ponto de corte a ser utilizado no modelo logístico de classificação considerando os Acidentes de Transporte Terrestre



Fonte: Elaboração Própria; ROCR/R

Com o ponto de corte escolhido, o processo de Validação Cruzada foi realizado considerando 10 repetições do procedimento com  $K = 10$  folds (repartições de tamanho aproximadamente iguais na amostra). Com 10 repetições e 10 folds, calculou-se a acurácia do modelo nos conjuntos de treinamento e teste, resultando em duas matrizes de dimensões  $10 \times 10$  que podem ser observadas na Tabela 28.

Tabela 28: Acurácia do modelo logístico de classificação para Acidentes de Transporte Terrestre em processo de Validação Cruzada aplicada sobre os conjuntos de treinamento e teste

<b>Conjunto de Treinamento</b>										
<b>V.C/Fold</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>V.C 1</b>	0,80	0,78	0,78	0,80	0,78	0,80	0,80	0,80	0,78	0,81
<b>V.C 2</b>	0,78	0,78	0,78	0,80	0,85	0,81	0,76	0,76	0,80	0,74
<b>V.C 3</b>	0,81	0,78	0,81	0,78	0,80	0,80	0,83	0,80	0,78	0,83
<b>V.C 4</b>	0,76	0,80	0,81	0,80	0,76	0,80	0,81	0,80	0,80	0,81
<b>V.C 5</b>	0,78	0,81	0,83	0,76	0,74	0,80	0,80	0,76	0,81	0,80
<b>V.C 6</b>	0,74	0,78	0,81	0,80	0,81	0,81	0,76	0,83	0,80	0,78
<b>V.C 7</b>	0,78	0,80	0,78	0,78	0,81	0,80	0,83	0,80	0,81	0,74
<b>V.C 8</b>	0,78	0,83	0,80	0,83	0,81	0,78	0,76	0,80	0,80	0,76
<b>V.C 9</b>	0,76	0,81	0,80	0,78	0,80	0,83	0,81	0,78	0,78	0,78
<b>V.C 10</b>	0,78	0,80	0,78	0,83	0,80	0,74	0,80	0,80	0,78	0,81
<b>Conjunto de Teste</b>										
<b>V.C/Fold</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>V.C 1</b>	0,56	0,86	1,00	1,00	0,86	1,00	0,67	0,75	0,71	0,67
<b>V.C 2</b>	0,62	0,80	0,83	1,00	0,50	0,75	0,86	0,80	1,00	0,71
<b>V.C 3</b>	0,62	1,00	0,80	0,83	0,80	0,71	0,57	0,83	0,67	1,00
<b>V.C 4</b>	0,86	0,83	0,57	0,57	1,00	0,67	1,00	1,00	1,00	0,50
<b>V.C 5</b>	0,80	0,50	0,57	0,86	1,00	0,75	1,00	0,86	0,83	1,00
<b>V.C 6</b>	0,83	1,00	0,83	0,67	0,83	1,00	0,86	0,57	0,83	0,80
<b>V.C 7</b>	0,62	0,80	1,00	1,00	0,80	0,67	0,80	0,71	0,83	0,86
<b>V.C 8</b>	1,00	0,67	1,00	0,71	0,67	0,86	1,00	1,00	0,71	0,75
<b>V.C 9</b>	1,00	0,67	0,86	0,80	0,80	0,50	1,00	0,71	1,00	0,75
<b>V.C 10</b>	1,00	0,83	0,83	0,75	0,62	1,00	0,60	0,71	0,75	1,00

Fonte: Elaboração Própria

Com base na Tabela 28, verificou-se que para o conjunto de treinamento, de acordo com a acurácia, que o modelo de classificação proposto teve um acerto mínimo de 74%, ou seja, este conseguiu classificar corretamente uma microrregião como sendo parte de um estado cuja a TBMP por ATT do sexo masculino de sua região semiárida foi maior que a TBMP do Semiárido geral (TBMP por ATT do Semiárido = 30,74) em no mínimo 74% das vezes, atingindo um acerto máximo de 85% (Média de acerto = 0,79; Desvio Padrão = 0,02).

Os resultados do conjunto de teste da Tabela 28 mostraram que em algumas ocasiões o modelo resultou em acurácias relativamente baixas, atingindo valores de 60% em 10% das vezes, entretanto o poder de generalização do modelo para dados novos foi relativamente alto, uma vez que atingiu-se acurácia de 80% ou mais em 61% das vezes, sendo que o modelo classificou corretamente todas as microrregiões de acordo com a variável resposta em 28% das ocasiões (Média de acerto = 0,80; Desvio Padrão = 0,15). Considerando que a acurácia é uma medida simples de avaliação de um modelo logístico de classificação, foram obtidos os F1-scores para os conjuntos de treinamento e teste, como disposto na Tabela 29.

Tabela 29: F1-score do modelo logístico de classificação para Acidentes de Transporte Terrestre em processo de Validação Cruzada aplicada sobre os conjuntos de treinamento e teste

<b>Conjunto de Treinamento</b>										
<b>V.C/Fold</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>V.C 1</b>	0,87	0,87	0,86	0,86	0,86	0,87	0,89	0,88	0,86	0,89
<b>V.C 2</b>	0,87	0,87	0,86	0,87	0,90	0,87	0,86	0,86	0,87	0,85
<b>V.C 3</b>	0,88	0,86	0,88	0,85	0,87	0,87	0,89	0,87	0,85	0,88
<b>V.C 4</b>	0,85	0,87	0,88	0,88	0,85	0,88	0,87	0,87	0,87	0,89
<b>V.C 5</b>	0,87	0,88	0,90	0,85	0,85	0,87	0,87	0,86	0,88	0,87
<b>V.C 6</b>	0,85	0,86	0,87	0,88	0,87	0,87	0,85	0,88	0,87	0,87
<b>V.C 7</b>	0,87	0,87	0,85	0,86	0,87	0,88	0,88	0,88	0,88	0,85
<b>V.C 8</b>	0,86	0,89	0,86	0,88	0,88	0,87	0,86	0,87	0,87	0,86
<b>V.C 9</b>	0,85	0,88	0,86	0,86	0,86	0,89	0,87	0,88	0,86	0,87
<b>V.C 10</b>	0,85	0,87	0,87	0,88	0,88	0,85	0,87	0,88	0,87	0,87
<b>Conjunto de Teste</b>										
<b>V.C/Fold</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>V.C 1</b>	0,67	0,94	0,95	0,95	0,94	0,95	0,75	0,78	0,80	0,75
<b>V.C 2</b>	0,75	0,84	0,89	0,90	0,70	0,88	0,93	0,82	0,94	0,80
<b>V.C 3</b>	0,75	1,00	0,84	0,89	0,84	0,82	0,67	0,88	0,75	0,84
<b>V.C 4</b>	0,94	0,89	0,71	0,71	1,00	0,78	0,94	0,94	0,94	0,67
<b>V.C 5</b>	0,84	0,67	0,71	0,94	0,95	0,80	0,89	0,93	0,88	0,94
<b>V.C 6</b>	0,89	0,95	0,89	0,78	0,89	0,90	0,93	0,67	0,88	0,82
<b>V.C 7</b>	0,75	0,84	0,86	1,00	0,84	0,78	0,82	0,80	0,88	0,93
<b>V.C 8</b>	0,86	0,78	0,90	0,82	0,78	0,94	1,00	0,89	0,80	0,86
<b>V.C 9</b>	1,00	0,78	0,94	0,84	0,84	0,70	0,89	0,80	0,94	0,86
<b>V.C 10</b>	0,95	0,89	0,89	0,80	0,75	0,95	0,71	0,80	0,86	0,89

Fonte: Elaboração Própria



A medida F1-score é mais sofisticada em comparação à acurácia. Seu cálculo é uma média ponderada entre as medidas Precisão e Recall, sendo assim, incorpora de maneira geral as informações de falsos positivos e falsos negativos.

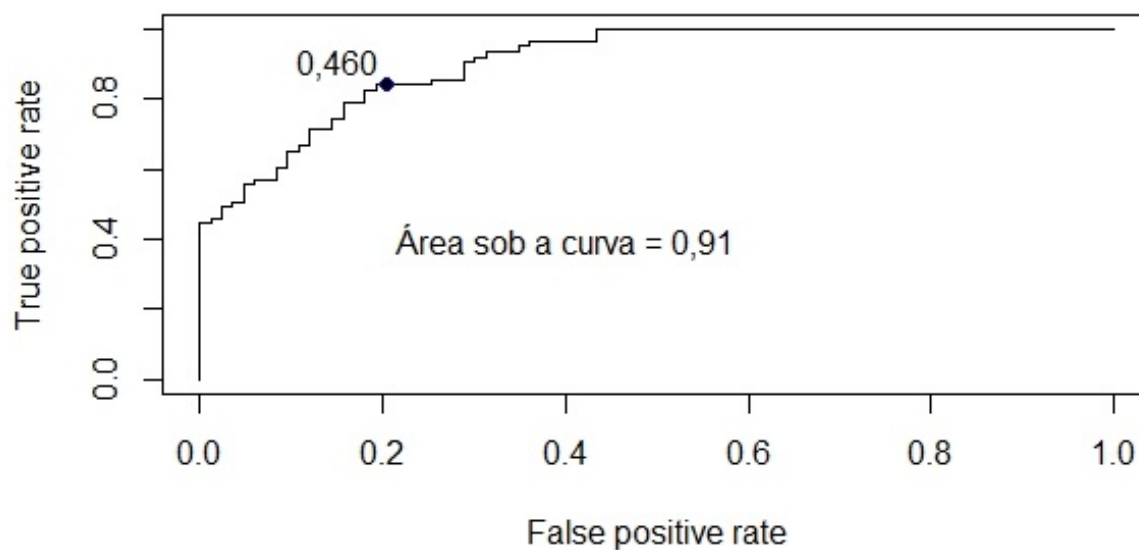
De acordo com a Tabela 29, verificou-se menor variabilidade para os resultados de F1-score tanto no conjunto de treinamento como no conjunto de teste. Para o conjunto de treinamento, de acordo com o F1-score, o modelo apresentou acerto mínimo e máximo de 0,85 e 0,90, respectivamente. Com Média de Acerto = 0,87 e Desvio Padrão = 0,01, a segunda medida de precisão indicou maior poder de classificação para o modelo no conjunto de treinamento, ao comparar com os resultados obtidos com base na primeira medida de precisão (acurácia).

A exemplo do conjunto de treinamento, o conjunto de teste também apresentou menor variabilidade e maior poder de classificação, ao considerar o F1-score. Apesar da quantidade de classificações perfeitas terem diminuído em comparação ao indicado pela acurácia, os resultados de F1-score foram mais altos de maneira geral, ou seja, a generalização do modelo ocorreu de maneira mais precisa, o que indica melhor desempenho ao classificar observações (microrregiões) “novas”. Atingindo F1-score de 80% ou mais em 75% das vezes, Média de Acerto de 0,85 e Desvio Padrão = 0,09, pode-se dizer quem em média, em 85% das vezes, o modelo classificou corretamente uma microrregião do Semiárido brasileiro como sendo parte de um estado cuja sua TBMP por ATT masculina foi acima da TBMP por ATT apresentada pelo Semiárido em geral para o ano de 2015. Isso indica que o poder de classificação do modelo logístico para o tipo de dados do estudo foi relativamente alto.

#### 4.4.2 Agressões

De acordo com a curva ROC da Figura 12, o ponto de corte considerado para maximizar a taxa de acerto e minimizar a taxa de erro foi de 0,460.

Figura 12: Curva ROC para escolha do ponto de corte a ser utilizado no modelo logístico de classificação considerando as Agressões



Fonte: Elaboração Própria; ROCR/R

Uma vez escolhido o ponto de corte, o processo de Validação Cruzada foi realizado considerando 10 repetições de procedimento com  $K = 10$  folds, e então calculou-se a acurácia e o F1-score para os conjuntos de treinamento e teste, como pode ser visto nas Tabelas 30 e 31.

Tabela 30: Acurácia do modelo logístico de classificação para Agressões em processo de Validação Cruzada aplicada sobre os conjuntos de treinamento e teste

<b>Conjunto de Treinamento</b>										
<b>V.C/Fold</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>V.C 1</b>	0,82	0,82	0,86	0,81	0,82	0,86	0,82	0,82	0,84	0,84
<b>V.C 2</b>	0,82	0,84	0,86	0,86	0,88	0,82	0,82	0,82	0,84	0,84
<b>V.C 3</b>	0,82	0,82	0,82	0,81	0,84	0,84	0,84	0,88	0,81	0,84
<b>V.C 4</b>	0,82	0,80	0,88	0,82	0,84	0,82	0,84	0,82	0,84	0,81
<b>V.C 5</b>	0,88	0,82	0,86	0,84	0,81	0,88	0,81	0,82	0,82	0,82
<b>V.C 6</b>	0,82	0,84	0,82	0,82	0,82	0,86	0,84	0,86	0,88	0,82
<b>V.C 7</b>	0,80	0,84	0,80	0,81	0,84	0,82	0,86	0,82	0,86	0,84
<b>V.C 8</b>	0,86	0,82	0,82	0,82	0,86	0,84	0,82	0,86	0,81	0,84
<b>V.C 9</b>	0,80	0,82	0,82	0,81	0,84	0,82	0,82	0,82	0,84	0,84
<b>V.C 10</b>	0,82	0,86	0,88	0,84	0,82	0,82	0,81	0,82	0,82	0,82
<b>Conjunto de Teste</b>										
<b>V.C/Fold</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>V.C 1</b>	0,70	1,00	0,64	0,80	0,80	0,80	0,71	0,62	0,50	0,67
<b>V.C 2</b>	0,67	0,67	0,78	0,43	0,50	0,83	1,00	0,86	0,71	0,75
<b>V.C 3</b>	0,62	0,83	0,78	0,83	1,00	0,62	0,62	0,62	0,67	0,80
<b>V.C 4</b>	1,00	0,75	0,67	0,67	0,75	0,83	0,62	0,56	0,62	0,86
<b>V.C 5</b>	0,67	1,00	0,67	0,67	0,75	0,38	0,83	0,60	1,00	0,71
<b>V.C 6</b>	0,80	0,44	0,71	1,00	0,83	0,56	0,71	0,60	0,71	0,71
<b>V.C 7</b>	0,86	0,70	1,00	0,83	0,80	0,86	0,43	0,71	0,62	0,40
<b>V.C 8</b>	0,88	0,86	0,70	0,80	0,50	1,00	0,83	0,67	0,62	0,71
<b>V.C 9</b>	1,00	0,56	0,50	0,86	0,62	0,86	0,67	0,67	0,71	0,80
<b>V.C 10</b>	0,67	0,67	0,64	0,71	0,67	0,71	1,00	0,83	0,83	0,62

Fonte: Elaboração Própria

Os resultados de acurácia da Tabela 30 mostram que para o conjunto de treinamento, com base na acurácia, as precisões mínima e máxima de classificação atingida foram de 0,79 e 0,87 respectivamente, atingindo uma Média de Acerto de 0,83 e Desvio Padrão de 0,015. Já no conjunto de teste, onde generaliza-se a capacidade do modelo em classificar dados novos, as precisões mínima e máxima foram de 0,42 e 1,00, respectivamente, com Média de Acerto de 0,78 e Desvio Padrão de 0,12.

Com base no que foi obtido, conclui-se que com base na acurácia, que em média, em 83% das vezes o modelo proposto classificou corretamente no conjunto de treinamento as determinadas microrregiões como sendo parte de um estado cuja sua TBMP por Agressões masculina foi maior que a TBMP por Agressões geral apresentada pelo Semiárido brasi-

leiro em 2015. Ao considerar o conjunto de teste (generalização), a classificação correta para dados novos foi de em média 78%. A avaliação do modelo nos conjuntos de treinamento e teste com base na medida F1-score pode ser verificada com base nos resultados da Tabela 31.

Tabela 31: F1-score do modelo logístico de classificação para Agressões em processo de Validação Cruzada aplicada sobre o conjunto de treinamento

<b>Conjunto de Treinamento</b>										
<b>V.C/Fold</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>V.C 1</b>	0,80	0,82	0,83	0,81	0,84	0,84	0,82	0,82	0,85	0,82
<b>V.C 2</b>	0,83	0,85	0,83	0,86	0,87	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82
<b>V.C 3</b>	0,83	0,83	0,80	0,81	0,83	0,82	0,83	0,84	0,84	0,83
<b>V.C 4</b>	0,83	0,81	0,83	0,84	0,84	0,83	0,81	0,82	0,83	0,79
<b>V.C 5</b>	0,83	0,83	0,83	0,84	0,81	0,86	0,82	0,82	0,84	0,83
<b>V.C 6</b>	0,83	0,84	0,83	0,81	0,83	0,86	0,82	0,83	0,84	0,83
<b>V.C 7</b>	0,82	0,83	0,79	0,81	0,82	0,79	0,86	0,84	0,81	0,83
<b>V.C 8</b>	0,80	0,83	0,84	0,84	0,84	0,84	0,81	0,85	0,82	0,83
<b>V.C 9</b>	0,82	0,83	0,82	0,81	0,83	0,80	0,82	0,84	0,83	0,83
<b>V.C 10</b>	0,82	0,84	0,83	0,83	0,84	0,84	0,82	0,82	0,81	0,83
<b>Conjunto de Teste</b>										
<b>V.C/Fold</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>V.C 1</b>	0,80	0,95	0,71	0,82	0,82	0,82	0,80	0,71	0,50	0,75
<b>V.C 2</b>	0,75	0,74	0,88	0,53	0,62	0,88	1,00	0,93	0,80	0,86
<b>V.C 3</b>	0,71	0,84	0,88	0,88	0,89	0,71	0,71	0,71	0,77	0,82
<b>V.C 4</b>	0,90	0,82	0,75	0,75	0,78	0,88	0,71	0,62	0,71	0,93
<b>V.C 5</b>	0,75	0,86	0,75	0,75	0,86	0,43	0,88	0,67	0,89	0,80
<b>V.C 6</b>	0,80	0,50	0,78	1,00	0,88	0,62	0,80	0,67	0,80	0,80
<b>V.C 7</b>	0,89	0,80	1,00	0,88	0,82	0,93	0,53	0,80	0,71	0,59
<b>V.C 8</b>	0,94	0,89	0,80	0,82	0,50	0,89	0,88	0,75	0,71	0,80
<b>V.C 9</b>	0,95	0,63	0,53	0,93	0,71	0,93	0,75	0,75	0,80	0,82
<b>V.C 10</b>	0,75	0,75	0,71	0,80	0,75	0,80	0,94	0,88	0,88	0,71

Fonte: Elaboração Própria

Similar ao modelo para os dados de ATT, os resultados de F1-score da Tabela 31 apresentaram menores variações para ambos os conjuntos. Com base nessa medida, os acertos mínimo e máximo verificados no conjunto de treinamento foram 0,79 e 0,87 respectivamente, e a Média de Acerto no conjunto foi de 0,83, com Desvio Padrão de 0,015. Assim como nos casos anteriores, o conjunto de teste apresentou maior diversidade de resultados, com acertos mínimo e máximo de 0,43 e 1,00, respectivamente. A Média

de Acerto no conjunto de teste foi de 0,78 e o Desvio Padrão de 0,12.

Os resultados mostraram que apesar de inferior em média ao modelo proposto para os dados de ATT, o modelo proposto para os dados de Agressões apresentou desempenho relativamente bom em ambos os conjuntos, e apesar de ter apresentado Média de Acerto = 0,78 no conjunto responsável pela generalização, o modelo conseguiu classificar corretamente com precisão de 80% ou mais em 56% das vezes. Isso indica que em 56% das vezes, a precisão com que o modelo classificou corretamente as microrregiões como sendo parte de um estado cuja a TBMP por Agressões masculina de sua área semiárida foi maior que a TBMP por Agressões apresentada pelo Semiárido em geral, superou 80%.

A utilidade central dos modelos propostos está na capacidade de verificar de maneira geral, os padrões de mortalidade por ATT e Agressões das microrregiões do Semiárido brasileiro para diferentes anos de referência da maneira mais precisa possível e sem realizar procedimentos de estimação de taxas brutas de mortalidade padronizadas para esses anos. Entretanto, os modelos do estudo foram propostos considerando as taxas de mortalidade das regiões semiáridas dos estados em 2015, dessa forma, ao utilizar valores de variáveis para outros anos de referência, a classificação será realizada com relação as taxas de mortalidade fixadas de 30,74 (ATT) e 33,54 (Agressões).

Por tratar-se de modelos de classificação, optou-se por não realizar seleção de variáveis via teste t para o modelo com dados de Agressões, utilizando variáveis relacionadas com a variável resposta por disponibilidade. Já para o modelo com dados de ATT, realizou-se a seleção de variáveis via teste t, mantendo aquelas que foram significativas a 5% mais a variável TERRITORIO (p-valor > 0,05). Tais fatos reforçam que a capacidade dos modelos classificatórios em aprender padrões independe de suposições e testes estatísticos.

## 5 Considerações Finais

Ao analisar a o impacto causado pelos Acidentes de Transporte Terrestre e pelas Agressões sobre a população do Semiárido brasileiro em 2015, verificou-se que existia uma grande diferença entre os resultados obtidos a partir de dados do sexo masculino em comparação com os obtidos a partir de dados do sexo feminino.

No conjunto dos fatores, o padrão de resultados encontrados no estudo esteve de acordo com o esperado, uma vez que os homens estão mais vulneráveis a fatores de risco como o álcool, as drogas e o tráfico, e ainda são a maioria em contato com os principais meios de transporte terrestre como motos e carros.

Através do estudo, verificou-se que as áreas semiáridas de Alagoas e Sergipe foram as que apresentaram resultados mais preocupantes em termos de taxas de mortalidade, considerando ambas as causas, o que indica uma ausência de políticas públicas mais efetivas na prevenção aos ATT, assim como uma crise na segurança pública nas áreas mais socialmente sensíveis desses estados. Os resultados ainda mostraram que para ambos os sexos, os indivíduos em idades entre 15-39 anos foram as principais vítimas das causas de óbitos consideradas.

Por serem extremamente mais afetados pelas causas externas de mortalidade, a expectativa de vida dos homens do Semiárido brasileiro em 2015, não só ao nascer, como nas demais faixas etárias, mostrou que muito da diferença existente entre as Tábuas de Vida masculina e feminina pode ser explicada pelos óbitos por ATT e Agressões. Com auxílio dos modelos de Múltiplo Decremento, foi possível verificar que eliminações hipotéticas na quantidade de óbitos por ATT e Agressões tiveram impacto importante positivamente sobre os resultados de expectativa de vida do sexo masculino, enquanto que para o sexo feminino esse impacto não se mostrou de grande significância.

Considerando o fato de que os indivíduos entre 15-19 anos foram os mais prejudicados, é razoável refletir que essas perdas precoces causaram grande impacto sobre a estrutura econômica e demográfica da região semiárida do Brasil em 2015. A dimensão

desse prejuízo pode ser ilustrada pelos números de Anos Potenciais de Vida Perdidos, onde no total, os homens deixaram de viver cerca de 499.672 anos em razão dos ATT e das Agressões, enquanto que para as mulheres esse número chegou a 75.677. Das causas consideradas, os homens foram mais prejudicados pelas Agressões, enquanto que as mulheres pelos ATT.

Através do Teste de Wilcoxon foi possível comparar possíveis semelhanças nos padrões de mortalidade por ambas as causas entre as áreas semiáridas do estados, considerando a dispersão dos APVP entre as faixas etárias, tendo a mediana como parâmetro de locação. Tal abordagem permite identificar semelhanças entre os estados e com isso buscar eventuais estratégias que podem ser aplicadas aos estados com padrões de mortalidade similares para combater as causas consideradas.

A utilização do modelo logístico de classificação mostrou a importância da utilização de variáveis geográficas e sociodemográficas na identificação de padrões de mortalidade. Com uso da Validação Cruzada foram construídos classificadores com bom poder de generalização para ambas as causas de morte, e essas ferramentas permitiram verificar com as precisões observadas, se as microrregiões do Semiárido brasileiro, em outros anos de referência (considerando as mesmas variáveis do modelo), seriam classificadas como parte de um estado cuja sua região semiárida eventualmente apresentou TBMPs masculina pelas causas do estudo, acima de 30 (ATT) e 33 (Agressões).

Por se tratar de uma área historicamente mais pobre, carente de estudos informativos a respeito (Semiárido brasileiro) e com base em um ano de referência não-censitário, o estudo se mostrou de grande importância descritiva e investigativa, indicando possíveis setores e áreas de investimento por parte do poder público, visando melhor qualidade de vida e desenvolvimento econômico para a região.

Ao fim do estudo, considerou-se como limitação a qualidade dos dados. Como o espaço de estudo foi o Semiárido brasileiro, os dados brutos precisaram passar por procedimentos de correção para melhorar a qualidade. E por se tratar de um ano de referência não-censitário (2015), os dados de população foram estimativas obtidas através de técnicas matemáticas.

A estimativa dos parâmetros não foram utilizadas para termos de interpretações uma vez que não foram realizadas análises de resíduo e diagnóstico sobre os modelos propostos. Entretanto, verificou-se que foi possível obter bons modelos de classificação com

os dados, considerando como uma limitação em suas aplicabilidades a indisponibilidade para outros anos de referência de algumas das variáveis utilizadas.

Para complementar os resultados obtidos, pode-se considerar calcular o indicador Daly (Anos de Vida Perdidos por Incapacidade) para amostras mais detalhadas de vítimas de ATT e Agressões, assim como utilizar abordagens de séries temporais para investigar eventuais mudanças nos números de óbitos por ATT e Agressões nas microrregiões e municípios do Semiárido brasileiro após as implantações da Lei Seca e do Estatuto do Desarmamento.

Em termos dos modelos de classificação, novas abordagens podem incluir: utilizar limites de aceitabilidade para as taxas das causas de óbitos de acordo com as definições da OMS, para a definição do critério de divisão de classes das variáveis resposta. Além disso, considerar a proposição de modelos de classificação baseados nas probabilidades de morte em um determinado grupo etário para o total ou para amostras de microrregiões do Semiárido brasileiro, uma vez que as probabilidades de morte são indicadores mais sensíveis.



## REFERÊNCIAS

ANDRADE, S. S. C. A.; MELLO-JORGE, M. H. P. Mortalidade e anos potenciais de vida perdidos por acidentes de transporte no Brasil, 2013. *Revista de Saúde Pública*, v. 50, p. 59, 2016.

ARAÚJO, S. M. S. A região semiárida do nordeste do Brasil: questões ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos. *Rios Eletrônica-Revista Científica da FASETE* 5.5: 2-4. 2011.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS DETRANS. Associação dos Detrans divulga perfil dos motoristas brasileiros. 2019. Disponível em:  
<http://www.and.org.br/associacao-dos-detrans-divulga-perfil-dos-motoristas-brasileiros/>

ATLAS DA VIOLENCIA/IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada; Fórum Brasileiro de Segurança Pública. 2019.

BRASIL. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA. Acidentes de Trânsito nas Rodovias Federais: caracterização, tendências e custos para a sociedade. Brasília: IPEA, 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde (MS). Últimas notícias. Agência Saúde. Óbitos por acidentes de trânsito caem pelo segundo ano consecutivo; MS; 2017. Disponível em:  
<http://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/42245-obitos-por-acidentes-de-transito-caem-pelo-segundo-ano-consecutivo>

BRASIL. Ministério da Saúde (MS). Saúde de A a Z. Acidentes e Violências; MS; 2017. Disponível em: <http://www.saude.gov.br/saude-de-a-z/acidentes-e-violencias>

BRASIL. Ministério da Saúde (MS). Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise de Situação em Saúde. Saúde Brasil 2010: Uma análise da situação de saúde e de evidências selecionadas de impacto de ações de vigilância em saúde. Brasília: 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Saúde Brasil 2014: uma análise da situação de saúde e das causas externas. Brasília: Ministério da Saúde, 2015.

BRASS, W. Methods for estimating fertility and mortality from limited and defective data. Chapel Hill (NC): Internacional Program of Laboratories for Population Statistics (Occasional Publication). 1975.

CALDAS, R. M.; SAMPAIO, Y. S. B. Pobreza no nordeste brasileiro: uma análise multidimensional. Revista de Economia Contemporânea, v. 19, n. 1, p. 74-96, 2015.

CALDWELL, J. C. Population health in transition / John C. Caldwell. Bulletin of the World Health Organization : the International Journal of Public Health 2001 ; 79(2) : 159-160. 2001. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/58101>

CERQUEIRA, D. Causas e consequências do crime no Brasil. Tese (doutorado), PPG Economia, PUC-Rio. 2014 ----- [e] MOURA, R. L. O efeito das oportunidades no mercado de trabalho sobre as taxas de homicídios no Brasil. Anais do XLIII Encontro Nacional de Economia da Anpec, Florianópolis, SC. 2016.

Disponível (on-line) em:

[https://www.anpec.org.br/encontro/2015/submissao/files\\_I/i12-0ce869e09e6385120c0146e239bb5bf8.pdf](https://www.anpec.org.br/encontro/2015/submissao/files_I/i12-0ce869e09e6385120c0146e239bb5bf8.pdf)

CHIANG, C. L. Competing risks and conditional probability. Biometrics, 26 (4), 767-776. 1970

CHIANG, C. L. and World Health Organization. Life table and mortality analysis. 1979.

COALE, A. J.; DEMENY, P. Regional model life tables and stable populations.(2a ed.). New York: Academic Press. 1983.

CONTROL DISEASE CENTRE. Premature Mortality in the United States: Public Health Issues in the Use of Years of Potential Life Lost. 1986.

Diponível em: <https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/00001773.htm>

CORREIA, R. C.; KIILL, L. H. P.; MOURA, M. S. B. de; CUNHA, T. J. F.; JESUS JUNIOR, L. A. de; ARAUJO, J. L. P. A região semiárida brasileira. In: VOLTOLINI, T. V. (Ed.). Produção de caprinos e ovinos no Semiárido. Petrolina: Embrapa Semiárido. cap. 1, p. 21-48. 2011

CUNHA, C. C.; TEIXEIRA, R.; FRANÇA, E. Avaliação da investigação de óbitos por causas mal definidas no Brasil em 2010. Epidemiologia e Serviços de Saúde, v. 26, p. 19-30, 2017.

DA SILVA, J. A. C., et al. "Declaração de óbito, compromisso no preenchimento. Avaliação em Belém-Pará, em 2010." Revista da Associação Médica Brasileira 59.4: 335-340. 2013

DILEMAS. Revista de Estudos de Conflito e Controle Social – Vol. 10 – no 3 – SET/OUT/NOV/DEZ 2017 – pp. 553-572

DRAW.IO. Disponível em: <https://app.diagrams.net>

FERREIRA, M. R. P. Classificação supervisionada: Análise discriminante e regressão logística. Departamento de Estatística. Universidade Federal da Paraíba. 2018.

FIRJAN. Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal. 2015.

Disponível em: <https://www.firjan.com.br/ifdm/consulta-ao-indice/ifdm-indice-firjan-de-desenvolvimento-municipal-resultado.htm>

GARDNER, J. W.; SANBORN, J. S. Years of potential life lost (YPLL)—what does it measure?. *Epidemiology*: 322-329. 1990.

GOULD, E. D.; WEINBERG, B. A.; MUSTARD, D. B. Crime Rates and Local Labor Market Opportunities in the United States: 1979-1997. 1998.

GOUVEIA, J. F. Tábuas de Vida de Múltiplo Decremento: O Impacto das Causas Básicas de Morte na Expectativa de Vida dos Estados do Nordeste. Trabalho de Conclusão de Curso. Departamwnto de Estatística - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2007.

GOUVEIA, L. A. G. Envelhecimento populacional no contexto da Saúde Pública. *Tempus Actas de Saúde Coletiva* 6.4: 101-111. 2012

INELMEN, E. M. Can obesity be a risk factor in elderly people? *Obes. rev.* 4(1):14755. 2003

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Agência Notícia - Em 2014, esperança de vida ao nascer era de 75,2. 2015.

Disponível em:

<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/9629-em-2014-esperanca-de-vida-ao-nascer-era-de-75-2-anos>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Agência Notícia - Extrema pobreza atinge 13,5 milhões de pessoas e chega ao maior nível em 7 anos. 2019.

Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/25882-extrema-pobreza-atinge-13-5-milhoes-de-pessoas-e-chega-ao-maior-nivel-em-7-anos>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Apresentação - Estatística de Gênero. 2019. Disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/apps/snig/v1/?loc=0cat=128,-1,1,2,-2,-3ind=4726>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Proyección de la Población de Brasil, 2008. Disponível em:[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/projecao\\_da\\_populacao/2008/metodologia.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/projecao_da_populacao/2008/metodologia.pdf)

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Semiárido Brasileiro. 2018. Disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/mapas-regionais/15974-semiarido-brasileiro.html?edicao=24416t=sobrej>. Acesso em: 17 set 2019.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA E APLICADA. Atlas da Violência: Brasil registra mais de 65 mil homicídios em 2017. 2019.

Disponível em:

[http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_contentview=articleid=34786Itemid=8](http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_contentview=articleid=34786Itemid=8)

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA E APLICADA. Mortes Por Acidentes de Transporte Terrestre no Brasil: Análise dos Sistemas de Informação do Ministério da Saúde. 2016.

INTERNATIONAL UNION FOR THE SCIENTIFIC STUDY OF POPULATION.

Tools for Demographic Estimation. The Brass Growth Balance Method. 2013 Disponível em: <http://demographicestimation.iussp.org/content/brass-growth-balance-method>

KEYFITZ, N. What difference would it make if cancer were eradicated? An examination of the taeuber paradox. *demograph*, 14:411-8, 1977.

KOLLER, M. T., et al. Competing risks and the clinical community: irrelevance or ignorance?. *Statistics in medicine*, v. 31, n. 11-12, p. 1089-1097, 2012.

LADEIRA, R. M., et al. Acidentes de transporte terrestre: estudo Carga Global de Doenças, Brasil e unidades federadas, 1990 e 2015. *Rev. bras. epidemiol.*, São Paulo , v. 20, supl. 1, p. 157-170, Maio. 2017.

LEDERMANN, S. La répartition des décès de cause indéterminée. *Revue de l'institut International de Statistique*, 23(1/3), 47-57. 1955.

LIMA, C. R. A., et al. Revisão das dimensões de qualidade dos dados e métodos aplicados na avaliação dos sistemas de informação em saúde. *Cadernos de saúde pública* 25: 2095-2109. 2009.

LIMA-COSTA, M. F.; FIRMO, J. O. A.; UCHÔA, E. The Bambuí Cohort Study of Aging: methodology and health profile of participants at baseline. *Cadernos de saude publica* 27: s327-s335. 2011.

LOMBROSO, C. L'uomo delinquente. Vol. 2. , 1896.

MACIEL, K. A. Morrer No Semiárido Brasileiro: Secularidade, Avanços e Desafios. Relatório Final de Execução - PIBIC/CNPq/UFPB, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.

MALTA, D. C., et al. Lista de causas de mortes evitáveis por intervenções do Sistema Único de Saúde do Brasil. 2007.

MANSO, B. P.; DIAS, C. N. A guerra – A ascensão do PCC e o mundo do crime no Brasil. 2. ed. São Paulo: Todavia, 2018.

MARENGO, J. A. Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. Brasília: MMA, 2007.

McCULLAGH, P.; NELDER, J. A. Generalized Linear Models. 1983.

MENDONÇA, F. M.; DRUMOND, E.; CARDOSO, A. M. P. Problemas no preenchimento da Declaração de Óbito: estudo exploratório. Rev Bras Estud Popul 27.2: 285-95. 2010.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Notícias; Agência-Saúde - Óbitos por acidentes de trânsito caem pelo segundo ano consecutivo, 2017.

Disponível em:

<http://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/42245-obitos-por-acidentes-de-transito-caem-pelo-segundo-ano-consecutivo>

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Assistência Social - Benefício de Prestação Continuada (BPC). 2019. Disponível em:

<http://mds.gov.br/aceso-a-informacao/mds-para-voce/carta-de-servicos/usuario/assistencia-social/bpc>

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Saúde de A a Z; Acidentes e Violências, 2018. Disponível em: <http://www.saude.gov.br/saude-de-a-z/acidentes-e-violencias>

MIRANDA, G. M. D.; MENDES, A. C. G.; SILVA, A. L. A. O envelhecimento populacional brasileiro: desafios e consequências sociais atuais e futuras. Rev. bras. geriatr. gerontol., Rio de Janeiro , v. 19, n. 3, p. 507-519, Junho. 2016.

MORAIS NETO, O. L., et al. Mortalidade por acidentes de transporte terrestre no Brasil na última década: tendência e aglomerados de risco. Ciênc. saúde coletiva, Rio de Janeiro , v. 17, n. 9, p. 2223-2236, set. 2012.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. Agenda 2030 - Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. 2015.

Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>

NATIONAL CENTER FOR HEALTH STATISTICS. Life Tables: 1959-61. Volume 1-NO.1. United States Life Tables: 1959-61. U.S. Department of. Health. Education. Welfare. 1964.

OLIVEIRA, W. F. de. Violência e Saúde Coletiva: contribuições teóricas das ciências s2o0c0i8a.i s à discussão sobre o desvio. Saúde e Sociedade, São Paulo, v. 17, n. 3, p. 42-53, 2008.

OMRAN, A. R. The epidemiologic transition: a theory of the epidemiology of population change. The Milbank Quarterly 83.4: 731-757. 2005.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. Envelhecimento Ativo: Uma política de saúde; tradução Suzana Gontijo – Brasília: Organização Pan- Americana da Saúde, 2005. Disponível em: [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/envelhecimento\\_ativo.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/envelhecimento_ativo.pdf).

PAES, N. A. Avaliação das Estatísticas Vitais para Estudos de Causas de Morte dos Adultos para os Estados do Brasil, 2000. Trabalho Apresentado no XIV Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABEP, realizado em Caxambu – MG - Brasil, de 20 - 24 de Setembro de 2006.

PAES, N. A. Banco de Dados sobre a Mortalidade dos Adultos no Brasil. Relatório Final de Projeto de Pesquisa PIBIC/CNPq/UFPB. 2000.

PAES, N. A. Demografia estatística dos eventos vitais com exemplos baseados na experiência brasileira. João Pessoa: Editora do CCTA, 2018.



PAES, N. A. Geração de um modelo de tábuas de vida representativo da mortalidade do Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Estudos de População*, v. 12, n. 1/2, p. 113-132, 1995.

PAES, N. A.; MACIEL K. A.; SILVA E. S. A. Uma abordagem metodológica para a construção de tábuas de vida para o semiárido brasileiro a partir dos óbitos registrados. *Anais* (2019): 1-11.

PAES, N. A. Representação de modelos padrões de mortalidade. *Revista Brasileira De Estudos De População*, 13(2), 169-182. 2014. Recuperado de: <https://www.rebep.org.br/revista/article/view/435>

PEREIRA, M. S. L. C., et al. Evolução da mortalidade e dos anos potenciais e produtivos de vida perdidos por câncer de mama em mulheres no Rio Grande do Norte, entre 1988 e 2007. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, v. 20, n. 2, p. 161-172, 2011.

PINHEIRO, A. L. S., et al. Gestão da saúde: o uso dos sistemas de informação e o compartilhamento de conhecimento para a tomada de decisão. *Texto Contexto Enfermagem* 25.3: 1-9. 2016.

PINTO, L. F.; FREITAS, M. P. S. F.; FIGUEIREDO A. W. S. F. Sistemas Nacionais de Informação e levantamentos populacionais: algumas contribuições do Ministério da Saúde e do IBGE para a análise das capitais brasileiras nos últimos 30 anos. *Ciência Saúde Coletiva* 23: 1859-1870. 2018.

PRESTON, S. H.; HEUVELINE, P.; GUILLOT, M. *Demography: Measuring and Modeling Population Process*. Massachusetts: Wiley-Blackwell Publisher Ltd. 2001.

- PROPOSTA DE EMENDA À CONSTITUIÇÃO n 6, de 2019 - Reforma da Previdência. Senado Federal - Atividade Legislativa. 2019.  
Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/137999>
- REICHENHEIM, M. E.; WERNECK, G. L. Anos potenciais de vida perdidos no Rio de Janeiro, 1990. As mortes violentas em questão. Cadernos de Saúde Pública, v. 10, p. S188-S198. 1994.
- ROMEDER, J. M; MCWHINNIE, J. R. Potential years of life lost between ages 1 and 70: an indicator of premature mortality for health planning. International journal of epidemiology, v. 6, n. 2, p. 143-151. 1977.
- RUFINO, I. A.; SILVA, S. T. Análise das relações entre dinâmica populacional, clima e vetores de mudança no semiárido brasileiro: Uma abordagem metodológica. Boletim de Ciências Geodésicas 23.1: 166-181. 2017.
- SANTOS, K. H. O Cenário da mortalidade no Semiárido brasileiro. Relatório Final de Execução - PIBIC/CNPq/UFPB, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019.
- SILVA, E. S. A. Análise das Relações Entre as Condições de Vida e da Mortalidade Por Doenças Crônico–Degenerativas Evitáveis dos Idosos do Nordeste Brasileiro. Trabalho de Conclusão de Curso. Departamwnto de Estatística - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011.
- SILVA, E. S. A.; PAES, N. A.; SILVA, C. C. Efeitos dos programas governamentais e da fecundidade sobre a mortalidade infantil do Semiárido brasileiro. Saúde em Debate 42: 138-147. 2018.
- SILVA, L. S., et al. Anos potenciais de vida perdidos por mulheres vítimas de homicídio na cidade do Recife, Pernambuco, Brasil. Cadernos de Saúde Pública, v. 27, n. 9, p. 1721-1730. 2011.

SILVA, R. C. Brechas Redutíveis de Mortalidade Para as Principais Causas Externas nas Mesorregiões do Nordeste Brasileiro, 1991 e 2000. Trabalho de Conclusão de Curso. Departamento de Estatística - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2009.

SOUZA, V. M. M., et al. Anos potenciais de vida perdidos e custos hospitalares da leptospirose no Brasil. Revista de Saúde Pública, v. 45, p. 1001-1008. 2011.

STATISTICAL THINKING. Classification vs Prediction. 2019.

Disponível em: <https://www.fharrell.com/post/classification/>

Acesso em: 27 de março de 2020.

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE. Delimitação do Semiárido. 2017. Disponível em:

<http://www.sudene.gov.br/delimitacao-do-semiarido>. Acesso em: 17 set 2019.

TOWARDS DATA SCIENCE. Understanding AUC - ROC Curve. 2018. Disponível em:

<https://towardsdatascience.com/understanding-auc-roc-curve-68b2303cc9c5>

Acesso em: 28 de março 2020.

UNITED NATIONS OFFICE ON DRUGS AND CRIME. Global Study on Homicide 2013: Trends, Contexts, Data. March. 2014.

Available on:

[https://www.unodc.org/documents/gsh/pdfs/2014\\_GLOBAL\\_HOMICIDE\\_BOOK\\_web.pdf](https://www.unodc.org/documents/gsh/pdfs/2014_GLOBAL_HOMICIDE_BOOK_web.pdf)

WILCOXON, F. Individual comparisons by ranking methods. In: Breakthroughs in statistics. Springer, New York, NY. p. 196-202. 1992.

WONG, O. A competing-risk model based on the life table procedure in epidemiological studies. Int. J. Epidemiol., 6: 153-9. 1977.

WORLD HEALTH ORGANIZATION, ed. (2018). Global Status Report on Road Safety 2018 (official report). Geneva: World Health Organisation (WHO). pp. xiv–xv, 1–13, 91ff (countries), 302–313 (table A2), 392–397 (table A11). ISBN 978-92-4-156568-4. Retrieved 2019-05-05.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems 10th Revision. 2016.  
Disponível em: <https://icd.who.int/browse10/2016/en>

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Population ageing. 2010.  
Disponível em: <https://www.who.int/features/qa/72/en/>. Acesso em: 06 set 2019.